REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO "ING. E. TERRA AROCENA"

CARTA GEO-ESTRUCTURAL DEL URUGUAY

ESCALA 1 : 2.000.000

URUGUAY

1979

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO "ING. EDUARDO TERRA AROCENA"

CARTA GEO-ESTRUCTURAL DEL URUGUAY

ESCALA 1/2.000.000

Carta Geo-Estructural y Memoria Explicativa por:

Fernando Preciozzi
Jorge Spoturno
Walter Heinzen

MONTEVIDEO – URUGUAY
1979

I N D I C E

Lista de figuras

ABSTRACT

The present work is part of the Project for the elaboration of the Geo-Structural Map of South America (Subcommission for the Geological Map of the Norld for South America). In this line Uruguay was integrated at regional level to Group III with Brazil and Paraguay.

The following is the summary of the methods followed during its elaboration:

a) The absence of geographic basis at the scale of the Project at continental level, made it necessary to use the Geographic Map of Uruguay, scale 1/500.000, reduced to 1/2.000.000.

b) For the delimitation of the sedimentary units were followed fundamentally lithostratigraphic criteria. In spite of the few paleolontogical studies practised in the country they made possible the ubication of some of them. For their description was followed this scheme: texture, structure, thickness and enviroment of sedimentation.

c) The Cristalline Shield was studied under tectonic and chronolithostratigraphic criteria. The metamorphic units were briefly described; their mineralogy, their structure and their lithology explained. In the case of igneous units the principal lithologies textures as their structural features and mineralogy were described.

d) With reference to Structural Geology and the amount, the possibilities given by nowadays knowledge, the principal faults, major folds and structural alignment were represented.

e) The principal minerals deposits of the country and occurrencies are represented in the adjoint memory.

f) The submarine areas were represented: isobaths (in meters) and a preliminar interpretation based on geophysical studies and boreholes of the structure of the continental Shield (framework of the Cristalline Shield). Moreover in chapter V of the explanatory memory, there is a brief commentary of the nature of the bottom sedimentation and the sedimentary thickness found.

g) The guidelines established by the Coordinators of the Atlantic Area, in Brasilian Meeting, December 1977 were followed accordingly for the Phanerozoic and Proterozoic.

h) The Bulletin Nº23 of the Commission for the Geological Map of the World was the base for the scale of ages.

I.– RESUMEN

El presente trabajo forma parte del Proyecto para la elaboración de la Carta Geo-Estructural de América del Sur (Subcomisión de la Carta Geológica del Mundo para América del Sur). A tal efecto el Uruguay se integró a nivel regional en el Grupo III conjuntamente con Brasil y Paraguay.

A continuación se sintetizan algunas de las pautas generales seguidas para su elaboración:

a) La falta de una base geográfica a la escala del Proyecto a nivel continental, hizo necesario que se utilizara la Carta Geográfica del Uruguay a escala 1/500.000 reducida al 1/2.000.000.

b) Para la separación de las unidades sedimentarias se siguieron criterios esencialmente litoestratigráficos. No obstante los escasos estudios paleontológicos existentes permitieron la ubicación de algunas de ellas. Para su descripción se siguió el siguiente esquema: textura, estructura, potencia y ambiente de sedimentación.

c) Para el Basamento Cristalino se siguieron criterios cronolitoestratigráficos y tectónicos. En las unidades metamórficas se realizó una breve descripción de lás mineralogías, rasgos estructurales y litologías. Para las ígneas se describieron las principales litologías, texturas así como rasgos estructurales y mineralogía.

d) En lo que se refiere a Geología Estructural y dentro de las posibilidades dadas por el conocimiento actual, fueron representadas las principales fallas (observadas, inferidas y cubiertas), pliegues mayores y lineaciones estructurales.

e) Los principales yacimientos minerales del país e indicios, son representados en la Memoria Adjunta.

f) En lo que se refiere a las áreas submarinas se representaron: isobatas (en mts) y una interpretación preliminar, a partir de estudios geofísicos y sondeos de la estructura de la plataforma (techo del basamento cristalino). Así mismo en el capítulo V de la Memoria Explicativa se realiza un breve comentario sobre la sedimentación de fondo y los espesores sedimentarios existentes.

g) Tanto para el Fanerozoico, como para el Proterozoico se siguieron en términos generales, las pautas que fueron establecidas por los Coordinadores del Area Atlántica en la Reunión de Brasilia en diciembre de 1977.

h) Para la escala del tiempo se utilizó, dentro de un marco general, el esquema presentado en el Boletín No. 23 de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo, el cual se sintetiza a continuación:

SISTEMA	m.a.	SISTEMA	m.a.
Cuaternario	_ 1.5/2.0	Carbonífero	_ 345
Plioceno	_ 7.0	Devónico	_ 395
Mioceno	_ 26	Silúrico	_ 435
Oligoceno	_ 37.5	Ordovícico	_ 500
Eoceno	_ 53.5	Cámbrico	_ 570
Paleoceno	_ 65	Precámbrico A	_ 1000
Cretácico Superior		Precámbrico B	_ 1750
Cretácico Inferior	_ 136	Precámbrico C	_ 2550
Jurásico	_ 190	Precámbrico D	
Triásico	_ 225		
Pérmico	_ 280		

UBICACION DEL URUGUAY

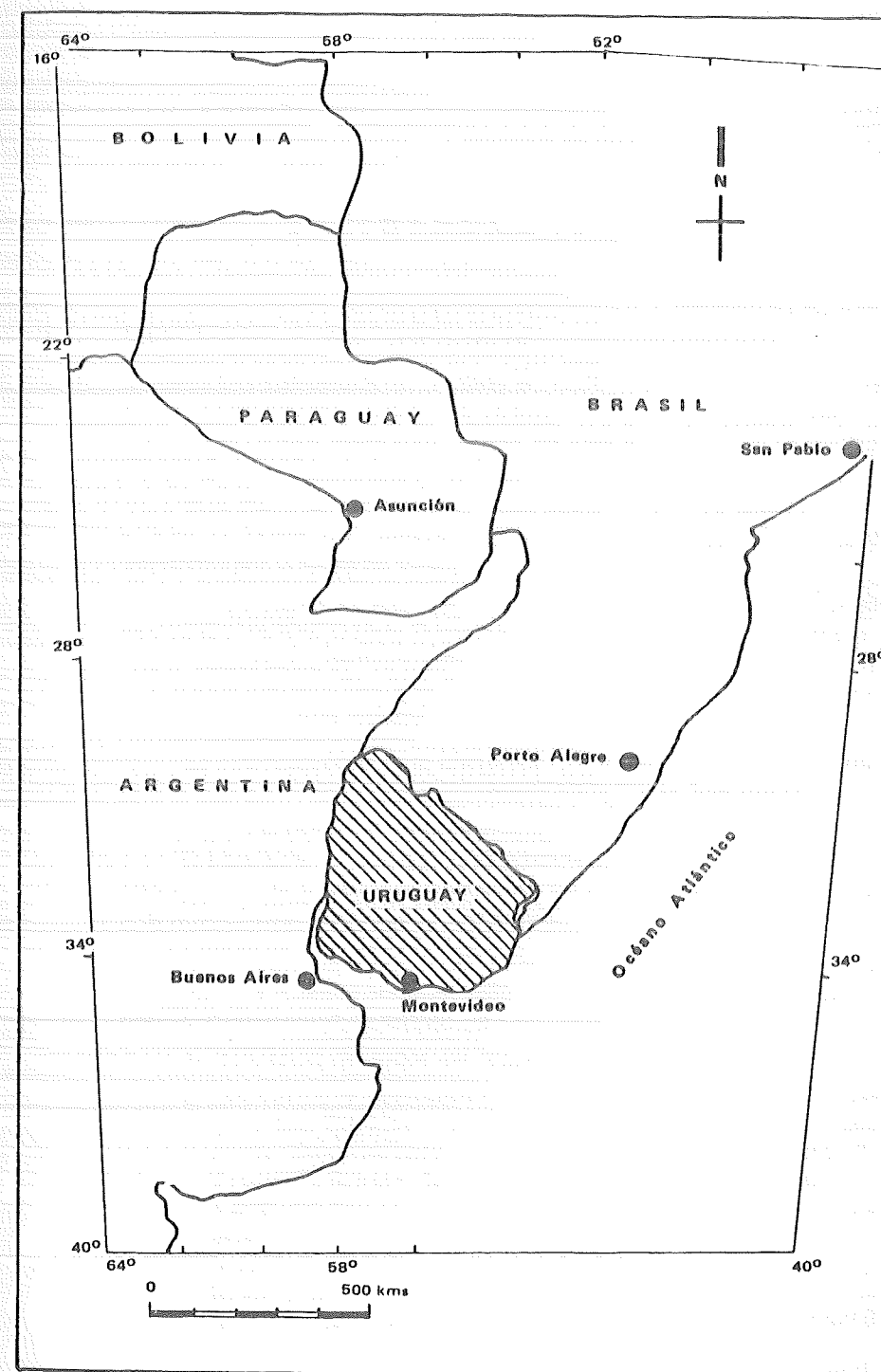



Figura 1

II.– INTRODUCCION

II.1.– OBJETIVOS Y METODOLOGIA

La Carta Geo-Estructural del Uruguay al 1/2.000.000, constituye una síntesis de las informaciones geológicas existentes en el país, obtenidas a partir de: trabajos geológicos publicados o cuya información se encuentra registrada, de trabajos de laboratorio y estudios geofísicos.

Esta Carta permitirá obtener una visión general del grado de conocimiento geológico del Uruguay, restringida como es obvio a los límites impuestos por la escala de trabajo.

La realización de esta Carta comprendió una exhaustiva y cuidadosa copilación, análisis crítico, homogeneización e interpretación de todos los mapas geológicos y geofísicos disponibles en el país. En la Figura 2 "Fuentes y Precisión de la información", se esquematiza el nivel del conocimiento geológico de distintas regiones.

La heterogeneidad en la interpretación de distintos trabajos, o diferentes niveles de conocimiento, llevó necesariamente a realizar una reinterpretación de los datos copilados.

Obviamente ha existido una pérdida natural de información como consecuencia de la escala de trabajo, de las sucesivas reducciones realizadas y de la utilización de conceptos metodológicos heterogéneos.

No obstante, como forma de obtener, dentro de los límites que permite esta escala, el máximo de información, se estableció para la ejecución de la Carta Geo-Estructural, la metodología siguiente:

1) Copilación de todos los mapas geológicos disponibles en el país.
2) Unificación y homogeneización de los mapas anteriores, sobre la Carta Geo-Estructural del Uruguay a escala 1/1.000.000, que actualmente tiene realizado el Instituto Geológico "Ing. Eduardo Terra Arocena" -Sección Cartografía Geológica-, y preparado dentro del marco del Proyecto. Para su ejecución se utilizaron fotoplanos a escala 1:50.000 elaborados por el Servicio Geográfico Militar, constituyendo cada uno de ellos, la unidad base de cartografía geológica. Sucesivamente la información se fue sintetizando en unidades mayores: Sectores a escala 1/100.000 y Segmentos a escala 1/200.000.

Finalmente se efectuaron reducciones a escalas 1/500.000, 1/1.000.000 y 1/2.000.000 respectivamente.

3) Copilación e interpretación de estudios geofísicos realizados en distintas áreas del territorio nacional. Parte de la interpretación fue apoyada con una minuciosa descripción de sondeos existentes.

4) Revisión bibliográfica tendiente a obtener una información geológica uniforme y homogénea, hecho éste que permitió la elaboración de la Memoria adjunta.

II.2.– PRINCIPALES TRABAJOS UTILIZADOS

Los principales trabajos geológicos y geofísicos utilizados en la preparación de esta Carta proceden de diferentes organismos: Instituto Geológico "Ing. Eduardo Terra Arocena", Universidad de la República (Cátedra de Geología de la Facultad de Agronomía), Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP), Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos (PELS), Servicio de Hidrografía y Oceanografía de la Armada Nacional y Servicio Geográfico Militar.

Al final de la Memoria explicativa se adjunta la lista de trabajos analizados.

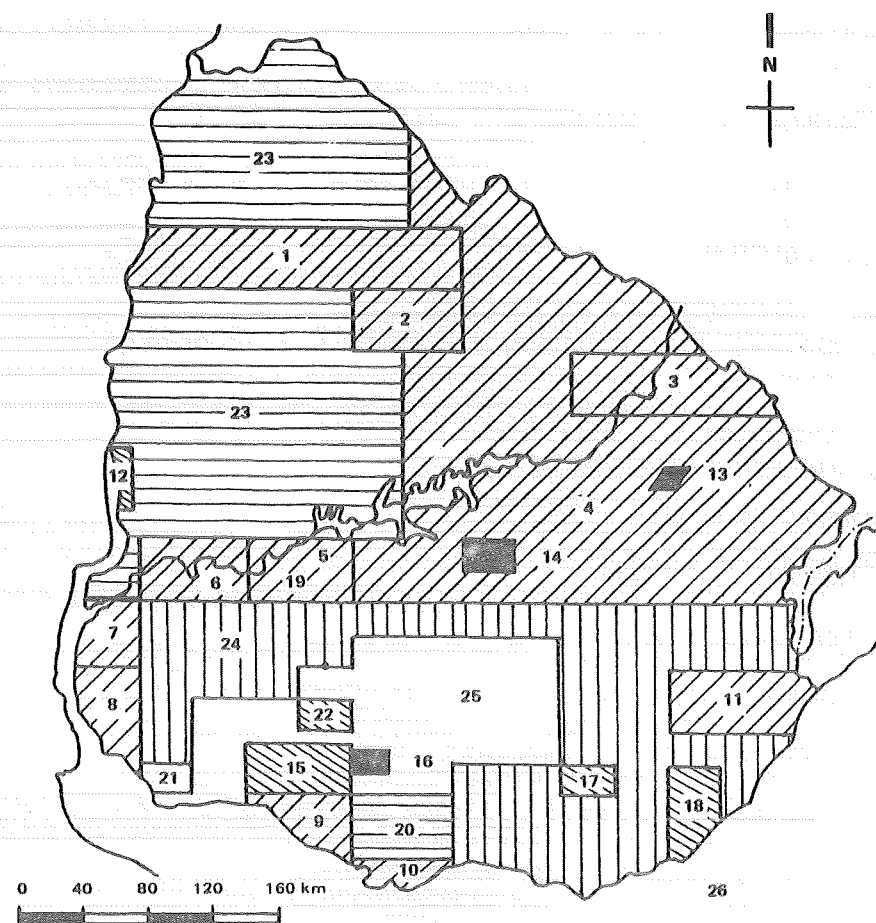
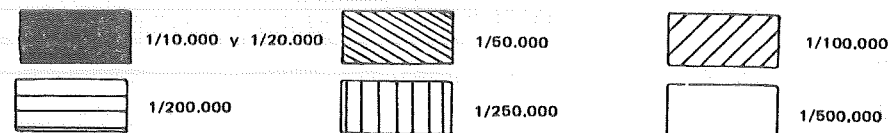



Figura 2
Fuentes y precisión de información

Fuentes de Información.

1) BOSSI J. – HEIDE E. – TARSO de OLIVEIRA, 1969.
BOSSI J. – HEIDE E., 1970.
HEIDE E. – LEDESMA J., Inédito.

2) CARBALLO E. – MEDINA E. – PRECIOZZI F., Inédito.

3) ELIZALDE G. – EUGUI W. – VERDESIO J. – TELECHEA J., Inédito.
ELIZALDE G. – STAPFF M. – VERDESIO J. – TELECHEA J., 1970.

4) PRECIOZZI F. – SPOTURNO J. – ROSSI P. – HEINZEN W., Inédito.

5) FERNANDEZ A. – SPOTURNO J. – LEDESMA J. – HEIDE E., Inédito.

6) MORALES H. et al., Inédito.

7) GOSO H. et al., Inédito.

8) FERRANDO L. et al., Inédito.

9) GOSO H. et al., Inédito.

10) CARDELLINO R. – FERRANDO L., 1969.

11) GOSO H. et al., Inédito.

12) PRECIOZZI F. – SPOTURNO J., Inédito.

13) SPOTURNO J., Inédito.

14) SPOTURNO J. – ROSSI P., Inédito.

15) PRECIOZZI F., Inédito.

16) FERNANDEZ A. – PRECIOZZI F., 1974.

17) PRECIOZZI F. – HEINZEN W., Inédito.

18) PRECIOZZI F. – SPOTURNO J., Inédito.

19) PRECIOZZI F., Inédito.

20) BOSSI J. et al., 1967.

21) BOSSI J. et al., 1975.

22) PRECIOZZI F., Inédito.

23) LAMBERT R., 1936 y 1940.

24) PRECIOZZI F. – SPOTURNO J. – HEINZEN W., Inédito.

25) FERRANDO L. – FERNANDEZ A., 1971.
FERRANDO L. – SPOTURNO., 1970.
PRECIOZZI F. – HEINZEN W., Inédito.

26) ANCAP, 1971.
Servicio de Hidrografía y Oceanografía de la República Oriental del Uruguay, 1974.

II.3.– PROVINCIAS GEOMORFOLOGICAS

En la figura 3 se esquematiza las principales Provincias Geomorfológicas del Uruguay. Se distinguen:

I) Plateau basáltico del noroeste.

II) Cuenca Devónico Permo-Carbonífera.

III) Planicie costera (Cuenca de la Laguna Merín).

IV) Cuenca Cretácico - Terciaria del litoral oeste.

V) Cuenca del Santa Lucía.

VI) Escudo Cristalino:
- VI a – Zócalo del Río de la Plata.
- VI b – Zócalo de Rivera.
- VI c – Zócalo del Area Atlántica.

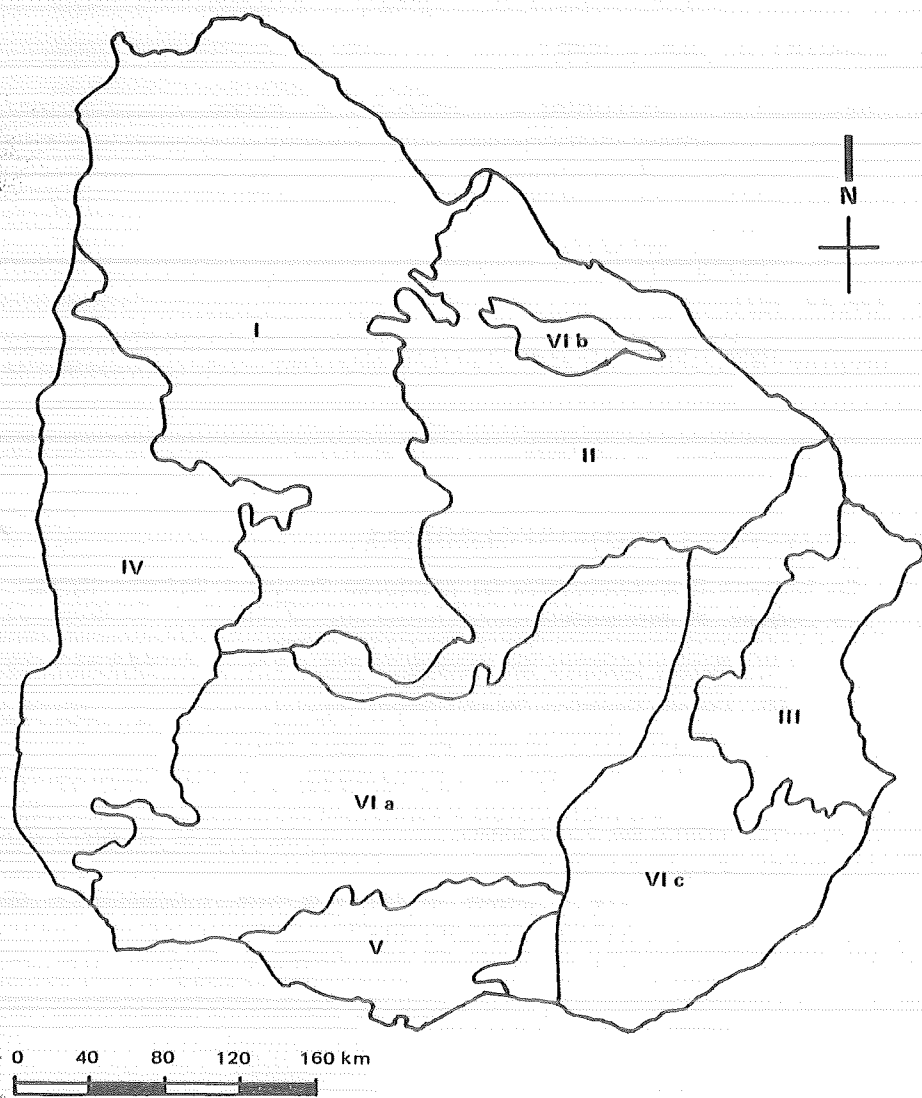



Figura 3
Provincias Geomorfológicas

III.– E S T R A T I G R A F I A

III.1.– INTRODUCCION

De la observación de la columna estratigráfica adjunta a la Carta Geo-Estructural, se observa que la misma se caracteriza por la individualización de un gran número de unidades litocronoestratigráficas. Esto se debe en gran parte a la heterogeneidad del origen y precisión de la información utilizada.

En el desarrollo de la Memoria, se sigue el esquema aconsejado por los Coordinadores del Area Atlántica, no obstante se sugiere la necesidad de adoptar un léxico estratigráfico para América del Sur, subdividido de acuerdo al esquema de los grandes dominios geológicos del continente.

Para la descripción de las formaciones sedimentarias se siguió el esquema siguiente: textura, estructura, potencia y ambiente de sedimentación.

En lo que se refiere a terrenos cristalinos se tuvieron en cuenta criterios tectónicos, lito y cronoestratigráficos. En cada unidad se describieron las principales características litológicas y estructurales.

III.2.– GEOLOGIA ESTRATIGRAFICA Y DESCRIPTIVA

F A N E R O Z O I C O

CENOZOICO

III.2.1.– CUATERNARIO

III.2.1.a.– ACTUAL Y SUBACTUAL

Desarrolla sedimentos de gran variedad textural: sedimentos limo-arcillosos, arenosos a veces conglomerádicos (aluviones y coluviones), depósitos de turbas, arenas y dunas. Potencia máxima 10 mts. Sedimentación mixta a predominancia continental.

HOLOCENO

III.2.1.b.– FORMACION VILLA SORIANO

Sedimentos arenosos, gravillosos, con lechos intercalados de cantos y sedimentos arcillo-fosilíferos. Los sedimentos arenosos son mal seleccionados, subredondeados, cuarzosos de colores generalmente pardos. Potencia máxima 8 - 10 mts. Sedimentación mixta.

III.2.1.c.– FORMACION DOLORES

Litológicamente es bastante homogénea y varía desde lodolitas a areniscas muy finas arcillosas, de colores generalmente pardos. Carece totalmente de estratificación presentando carbonato de calcio en concreciones o pulverulento. La potencia máxima es de 8 mts. Sedimentación continental, relacionada a fenómenos eólicos y de coluviación, con formación de flujos de barro que son redepositados en las zonas topográficamente más bajas.

III.2.1.d.– FORMACION LIBERTAD

Lodolitas, loess y fangolitas, con porcentajes variables de arena y arcillas illíticas masivas, con carbonato de calcio en concreciones, pulverulento o en pequeños lechos (en el facies Bellaco se desarrollan concreciones de yeso), de colores pardos a pardos rojizos. Potencia máxima 30 mts. Sedimentación continental peridesértica.

III.2.1.e.– FORMACION CHUY

Sedimentos arenosos, arcillo-arenosos, arcillas y lentes fosilíferos. Arenas finas a medias de selección variable, cuarzosas y cuarzo-feldespáticas, de colores blancos, verde-amarillentos y rojizos. Potencia máxima 50 mts. Sedimentación marina.

III.2.1.f.– FORMACION LAS ARENAS

Arenas finas a medias, con clastos de arena gruesa y gravilla, de selección regular, de mineralogía esencialmente cuarzosa, masivas de colores blancos, amarillos y rojos. Potencia máxima 10 - 15 mts. Sedimentación continental.

PLEISTOCENO

III.2.2.– TERCIARIO

III.2.2.a.– FORMACION RAIGON

Areniscas finas, medias, gravillosas y conglomerádicas, mal seleccionadas, redondeadas a subredondeadas, feldespáticas, con estratificación cruzada y parelela, de colores que varían en los blanco-amarillentos. Presenta intercalaciones de lentes arcillosos (beidellita), de colores verdes. Potencia máxima 60 mts. Sedimentación mixta. (litoral a fluvio deltaica).

III.2.2.b.– FORMACION SALTO

Areniscas medias a finas, bien seleccionadas y redondeadas, cuarzosas, de colores rojizos. Existen intercalaciones de niveles arcillosos, fangolíticos y conglomerádicos, con estructuras lenticulares, estratificación cruzada y/o paralela. Presenta fenómenos secundarios de silicificación. Potencia máxima 25 mts. Sedimentación continental de origen fluvial.

III.2.2.c.– FORMACION PASO DEL PUERTO

Areniscas finas a conglomerádicas, mal seleccionadas, subangulosas, arcósicas, masivas, con niveles arcillosos illíticos y concreciones de carbonato de calcio disperso, con estructuras lenticulares, de colores pardos a rojizos. Sedimentación continental fluvio-torrencial.

PLIOCENO

III.2.2.d.– FORMACION CAMACHO

Areniscas finas, gris verdosas; arenas finas cuarzosas, masivas, de colores blanco-grisáceos, con intercalaciones de niveles arcillosos verdes. Areniscas finas a gruesas, mal seleccionadas, de estructuras lenticulares, de colores rosados. Bancos de lumaquelas, con porcentajes variables de arena, de colores grises. Potencia máxima 25 mts. Sedimentación marina.

MIOCENO

III.2.2.e.– FORMACION FRAY BENTOS

Areniscas muy finas y loess, con contenidos variables de arena fina, localmente fuertemente arcillosos (illita-montmorillonita), de estructura masiva, de color naranja. Presenta carbonato de calcio en forma pulverulenta, concreciones y lentes. En la base desarrolla niveles lodolíticos, fangolíticos y brechoides. Potencia máxima 150 mts. Sedimentación continentál peridesértica.

OLIGOCENO

MESOZOICO

III.2.3.– CRETACICO

III.2.3.a.– FORMACION ASENCIO

Miembro Yapeyú: areniscas medias, bien redondeadas, feldespáticas, de matriz arcillosa illítica, de colores blancos y rosados, masivas.

Miembro Palacios: litológicamente similar al anterior, presentando procesos secundarios de ferrificación y silicificación, de colores rojo herrumbre.

Miembro Algorta: hacia la parte media y superior esta formación desarrolla niveles de calizas y calizas arenosas.

La potencia máxima de esta formación es de 40 mts. Sedimentación continental desértica.

III.2.3.b.– FORMACION MERCEDES

Areniscas medias a conglomerádicas, mal seleccionadas, cuarzosas y cuarzo-feldespáticas, arcillosas, a veces silicificadas, con estratificación cruzada, de colores blancos a rosados. Presenta intercalaciones de niveles conglomerádicos, lutíticos y calizas. Potencia máxima 80 mts. Sedimentación continental fluvio torrencial.

III.2.3.c.– FORMACION GUICHON

Areniscas finas a medias, bien seleccionadas y redondeadas, feldespáticas, arcillosas (montmorillonita), masivas y con estratificación cruzada y/o paralela, de colores rojizos. Excepcionalmente presenta niveles conglomerádicos. Potencia máxima 100 mts. Sedimentación continental desértica.

SUPERIOR

III.2.3.d.– FORMACION MIGUEZ

Areniscas finas y medias, micáceas, arcillosas (montmorillonita) y calcáreas, estratificadas, de colores rojizos. Lutitas negras, rojas y pardas, con niveles conglomerádicos polimícticos. Estructuralmente

el conjunto litológico se presenta en niveles alternantes de potencia variable. Potencia máxima 2500 mts. Sedimentación continental de fosa tectónica.

III.2.3.e.– FORMACION AREQUITA

Rocas hipabisales y efusivas ácidas integrada por: riolitas, dacitas y micropegmatitas de colores rojo-grisáceos, con estructuras en derrames o filones.

III.2.3.f.– FORMACION VALLE CHICO

Intrusión compleja integrada por: sienitas a feldespatos potásicos gris-rosado y anfibol intersticial (hornblenda), microsienitas y pórfidos traquíticos.

III.2.3.g.– CONGLOMERADO DE LA CALIFORNIA

Conglomerado polimíctico sinbasáltico, con cantos y bloques de granitos y basaltos. Presenta asociadas litologías limo-arenosas de colores pardo amarillento.

III.2.3.h.– FORMACION ARAPEY

Lavas básicas de tipo basaltos toleíticos, con estructura en coladas, de tamaño de grano y textura variable. Esta formación ocupa 42.000 km^2 del territorio nacional. Puede presentar intercalaciones de areniscas eólicas (similares a las del miembro superior de la formación Tacuarembó). Potencia máxima 1000 mts.

INFERIOR

III.2.4.– JURASICO – TRIASICO

III.2.4.a.– FORMACION PUERTO GOMEZ

Lavas básicas del tipo basaltos espilíticos, generalmente amigdaloides, con vesículas rellenas de clorita, anhidrita, calcita, yeso, etc. Presentan texturas intersectales y potencias superiores a los 1000 mts. Estos basaltos son derramados en fosas tectónicas.

III.2.4.b.– FORMACION TACUAREMBO

Miembro superior: areniscas finas a medias, bien seleccionadas y redondeadas, cuarzosas y feldespáticas, algo arcillosas (caolinita), con estratificación cruzada larga, de colores naranja fuerte y rosados. Sedimentación continental desértica.

JURASICO

Miembro inferior: areniscas finas y medias, arcillosas, cuarzo-feldespáticas, a veces micáceas, de colores blancos y rosados. Presenta intercalaciones de lutitas y limolitas de colores gris-verdosos y violáceos. Desarrolla estructuras masivas o con estratificación paralela y cruzada de bajo ángulo de tipo planar tangencial. Las arcillas dominantes son del tipo esmectitas. Sedimentación continental fluvial de planicie de inundación. La potencia de este conjunto sedimentario es del orden de los 300 mts.

III.2.4.c.– FORMACION CUARO

Efusivas hipabisales básicas con estructuras en filones, filones capa y sills. Estos últimos presenta naturaleza gabroide y textura ofítica.

TRIASICO

PALEOZOICO

III.2.5.– PERMICO

III.2.5.a.– FORMACION YAGUARI

Miembro superior: areniscas finas a gruesas, de regular a buena selección, arcósicas, micáceas, con intercalaciones de niveles arcillo-arenosos, lutitas, limolitas, calizas y conglomerados. Estratificación cruzada y paralela, de colores rojos, pardos y violáceos.

Miembro inferior: limolitas, areniscas muy finas y lutitas micáceas, con estratificación laminar paralela de colores pardos, violáceos, grises y rojos en disposición bandeada fina y abigarrada. Sedimentación fluvio-estuarina.

SUPERIOR

III.2.5.b.– FORMACION PASO AGUIAR

Limolitas y areniscas muy finas arcillosas (esmectitas), micáceas, finamente estratificadas, de tipo paralelo y cruzado, de colores grises y verdes. Potencia máxima 70 mts. Sedimentación marina epicontinental.

III.2.5.c.– FORMACION MANGRULLO

Limolitas, lutitas, esquistos bituminosos y niveles calcáreos. Arcilla dominante del tipo esmectitas. Estructura masiva o con estratificación laminar, de colores grises y negros. Potencia máxima 100 mts. Sedimentación marina epicontinental.

MEDIO

III.2.5.d.– FORMACION FRAILE MUERTO

Limolitas y areniscas muy finas micáceas, finamente estratificadas de tipo laminar y cruzada, de colores grises y blanco-grisáceos. Potencia máxima 100 mts. Sedimentación marina de tipo nerítico.

INFERIOR

GRUPO CARAGUATA

III.2.6.– CARBONIFERO

III.2.6.a.– FORMACION TRES ISLAS

Areniscas finas a conglomerádicas, de selección regular, subredondeadas, cuarzo-feldespáticas, arcillosas (caolinita), con estratificación ondulante y cruzada, de colores blancos y amarillos. Se intercalan niveles limolíticos y lechos carbonosos, micáceos, de colores grises y negros. Potencia máxima 50 mts. Sedimentación de borde marino (tipo playa y lagunas litorales).

III.2.6.b.– FORMACION SAN GREGORIO

Conglomerados y areniscas medias a gravillosas, de selección regular a mala, feldespáticas y cuarzo feldespáticas, arcillosas, masivas y con estratificación cruzada, de colores grises, blanco-amarillentos y violáceos. Limolitas y fangolitas grises, lutitas várvicas y tillitas.

SUPERIOR

Potencia máxima 255 mts. Sedimentación continental (tipo fluvio-torrencial/glacial-limnoglacial).

III.2.7.– DEVONIANO

III.2.7.a.– FORMACION LA PALOMA

Areniscas finas y medias, arcillosas, masivas y/o con estratifi-paralela fina, de color violáceo. Se intercalan lechos gravillosos y conglomerádicos. Potencia máxima 40 mts. Sedimentación marina.

III.2.7.b.– FORMACION CORDOBES

Areniscas muy finas y lutitas caolinílticas, micáceas, de colores grises y ocres. Presenta abundante fauna fosilífera. Potencia máxima 100 mts. Sedimentación marina.

III.2.7.c.– FORMACION CERREZUELO

Miembro superior: areniscas medias, de regular a buena selección, subredondeadas, arcósicas y feldespáticas, arcillosas, micáceas, masivas o con estratificación cruzada, de colores pardos o rojos. Se intercalan niveles limolíticos, lutíticos, gravillosos y conglomerádicos. Potencia máxima 100 mts.

Miembro inferior: areniscas groseras (gravillosas a conglomerádicas), mal seleccionadas, arcósicas y cuarzo-feldespáticas, con estratificación cruzada, de colores blanco-amarillentos y pardos. Se intercalan niveles de lutitas caolinílticas y areniscas muy finas. Potencia máxima 70 - 80 mts.

La sedimentación del conjunto de las formaciones devonianas. evoluciona desde continental en la base (miembro inferior de la Formación Cerrezuelo) a condiciones marinas en el resto.

INFERIOR — GRUPO DURAZNO

III.2.8.– CAMBRICO

III.2.8.a.– FORMACION PIEDRAS DE AFILAR

Para la descripción de esta Formación se tuvo en cuenta los estudios realizados por: Walther (1919) y Jones (1956) en el departamento de Canelones. Está compuesta por una variedad de rocas en las que predominan las cuarcitas, siendo sus demás integrantes areniscas cuarzosas, arcosas, sedimentos psamíticos finos y pizarras laminadas. Existen asociados diques de lamprófidos. Desde el punto de vista estructural evidencian una intensa diagénesis. Los sedimentos arenosos evidencian estratificación cruzada y marcas de onda. En el **miembro Barriga Negra** estas litologías se encuentran asociadas a niveles de conglomerados y calizas y es el que presenta el máximo desarrollo. Esta Formación se encuentra casi siempre asociada a los metamorfitos del Grupo Lavalleja-Rocha. Se trataría de depósitos molásicos esencialmente continentales desarrollados post orogénesis brasiliana. Estos depósitos se encuentran intensamente fracturados y basculados.

SECUENCIA MOLASICA

III.2.8.b.– FORMACION SIERRA DE ANIMAS

Intrusión compleja a tendencia alcalina integrada por: microsienitas, sienitas, sienitas cuarzosas, traquitas y riolitas, de colores grises a gris-rojizos. Morfológicamente define una cordillera de dirección NS, de estructura filoniana.

III.2.8.c.– FORMACION SIERRA DE LOS RIOS

Rocas con estructuras en derrames o en filones de dirección NE, constituída por riolitas, riolitas porfíricas y granófiros.

VOLCANICAS E HIPABISALES

III.2.8.d.– GRANITOS TIPO LA PAZ-MINAS-YERBAL-POLANCO

Leucogranitos de grano medio a grueso, de texturas granudas isoxenomórficas, con escasos ferromagnesianos (biotita-hornblenda-opacos), de colores rosados y homogéneos.

III.2.8.e.– COMPLEJO INTRUSIVO SANTA TERESA

Diferenciación compleja integrada por las siguientes litologías: 1) granito porfiroide a fenocristales de microclina, con oligoandesina y biotita, de color generalmente gris. Localmente desarrolla facies turmalíníferos; 2) granodiorita de grano grueso, de textura granuda, hornblendo-biotítica; 3) granito de grano medio a fino, de color rosado, muscovítico; 4) leucogranito de grano grueso, de color rosado, muy homogéneo.

III.2.8.f.– GRANITOS TIPO AIGUA - ILLESCAS

Granitos de grano grueso, texturas granudas y granitos porfiroides a biotita y hornblenda, relativamente heterogéneos. Excepcionalmente existen facies granodioríticos de grano medio, biotíticos.

P R O T E R Z O I C O

III.2.9.– PRECAMBRIANO

SUPERIOR MODERNO

III.2.9.a.– GRANITO TIPO GARZON

Granito de grano grueso a porfiroide y granodiorita a biotita y hornblenda de color gris.

GRANITOS POSTOROGENICOS — SECUENCIA MAGMATICA

III.2.9.b.– FORMACION SIERRA BALLENA

Desarrolla una importante faja de dirección N30E, con variaciones que pueden llegar a N60E. Litológicamente está constituída por una intercalación de cataclasitas cuarcíticas de grano fino y anfibólicas (se constató la presencia de glaucofano). Desarrolla típicas texturas cataclásticas.

CATACLASITAS

III.2.9.c.– GRUPO LAVALLEJA — ROCHA

c_1 : Filitas de grano fino a muy fino: sericíticas, cloritosas, cuarzosas y grafitosas de texturas lepidoblásticas. Cuarcitas de grano fino, granoblásticas, calizas y dolomitas,

SECUENCIA METAMORFICA

cloritoesquistos y rocas derivadas de una secuencia básica: prasinitas.

c_2: esquistos cuarzo-feldespáticos, mica-esquistos muscovíticos, a veces biotíticos, esquistos anfibólicos y mármoles. Excepcionalmente anfibolitas.

III.2.9.d.— FORMACION PASO DEL DRAGON

Esquistos muscovíticos de grano fino a medio, micaesquistos de grano fino, rocas esquistosas básicas (a veces con biotita) y anfibolitas.

MET. BAJO a MEDIO

III.2.9.e.— GRUPO CARAPE - VELAZQUEZ

e_1: neises cuarzo-feldespáticos, biotíticos, neises anfibólicos y anfibolitas con marcadas diferencias texturales.

e_2: rocas relacionadas espacial y geneticamente a granitos metamórficos: migmatitas oftalmíticas, cinteadas, granudas y anatexitas. Presentan una composición mineralógica a feldespato potásico, plagioclasa (composición variable), biotita y hornblenda.

MET. MEDIO a ALTO

SECUENCIA METAMORFICA

III.2.9.f.— GRANITOS TIPO LAS CAÑAS - ALFEREZ - DIONISIO

Granitos heterogranulares, gruesos a porfiroblásticos de texturas varias, a feldespato potásico, biotita y hornblenda. A veces pueden desarrollar mineralogías algo más básicas (granodioríticas). No siempre se los encuentra asociados a migmatitas.

GRANITOS SINOROGENICOS

PRECAMBIANO MEDIO

III.2.9.g.- GRANITOS TIPO CERREZUELO - MAL ABRIGO

Leucogranitos de grano medio a grueso de texturas granudas isoxenomórficas, a biotita y hornblenda, de colores rosados. Relativamente homogéneos, con excepcionales diferenciaciones granodioríticas o dioríticas.

III.2.9.h.— COMPLEJO INTRUSIVO ISLA MALA

Diferenciación compleja integrada por las siguientes litologías: 1) granodiorita de textura granuda, hornblendo-biotítica, de color gris; 2) microgranodioritas biotíticas de color gris; 3) dioritas de grano medio a grueso a hornblenda; 4) leucogranito rosado de grano grueso de texturas granudas isoxenomórficas; 5) hornblenditas porfiroblásticas a anfiboles automorfos; 6) filones de aplitas, pegmatitas y granófiros.

III.2.9.i.— COMPLEJO INTRUSIVO ARROYO GRANDE - MARINCHO

Diferenciación compleja integrada por las siguientes litologías: 1) granodiorita de grano grueso, hornblendo-biotítica, a plagioclasas automorfas, de color gris; 2) dioritas de grano grueso, frecuentemente granatíferas; 3) hornblenditas porfiroblásticas

GRANITOIDES TARDI - POSTOROGENICOS

SECUENCIA MAGMATICA

a anfíboles automorfos; 4) granito de grano grueso con diferenciaciones pegmatoides a dos micas; 5) leucogranito rosado, de grano grueso o biotita y muscovita (a veces a granate).

III.2.9.j.— GRANITO TIPO CUFRE

Granito de grano grueso, biotítico, con la biotita dispuesta en nidos milimétricos, a veces porfiroides, con fenocristales de feldespato potásico de color gris (microclina).

III.2.9.k.— GRANITO TIPO LAS FLORES

Granito de grano medio, biotítico, homogéneo, con ocasionales fenocristales de microclina (a veces granatífero). Microgranitos biotíticos de color rosado.

GRANITOIDES TARDI - POSTOROGENICOS

III.2.9.l.— ACTIVIDAD FILONIANA

l_1: básicos
Hornblenditas de grano medio a porfiroide de textura heterogranulares a anfíboles generalmente automorfos. La paragénesis habitual es: hornblenda, augita, plagioclasa (65% An) y accesorios: esfeno, granate, apatito, cuarzo y opacos. Microgabros de textura microgranuda equigranular y ofítica, a andesina, augita y magnetita.

l_2: intermedios
Microdioritas de grano fino a plagioclasa, hornblenda, biotita, cuarzo y esfeno.
Dioritas de grano medio a grueso, de colores grises, texturas granudas a plagioclasas automorfas. Mineralogicamente son bastante homogéneas.

l_3: ácidos
Aplitas de texturas isoxenomórficas a veces granatíferas.
Granitos de grano fino a gruesos, leucócratas, generalmente a muscovita-biotita.
Pegmatitas simples y complejas a fenocristales de microclina y cuarzo. Presentan como accesorios muscovita, biotita, turmalina, berilo, granate, etc.

POSTOROGENICOS

SECUENCIA MAGMATICA

III.2.9.m.— FORMACIONES PASO SEVERINO CERROS SAN JUAN

Rocas de muy bajo grado de metamorfismo, derivada de una secuencia pelítica integrada por: pizarras carbonosas, nodulosas, filitas, filitas cuarzosas, cuarcitas grafitosas, calizas y dolomitas. En los metamorfitos de los Cerros de San Juan existen relictos de rocas volcánicas ácidas.

M. BAJO

III.2.9.n.— FORMACION ARROYO GRANDE

Esta formación está integrada por una:

- secuencia detrítica: cuarcitas y cuarcitas feldespáticas, cuarcitas muscovíticas y metaconglomerados de matriz cuarzosa. Las cuarcitas son granoblásticas a veces con cristales mayores de clorita y granate.

METAMORFISMO BAJO a MEDIO

SECUENCIA METAMORFICA

- secuencia básica: caracterizada por metalavas básicas de textura porfírica, anfibolitas de texturas granonemato blásticas. Excepcionalmente cloritoesquistos.

III.2.9.o.– FORMACION SAN JOSE

Esta formación está integrada por una:

- secuencia básica caracterizada por cloritoesquistos, metalavas básicas y anfibolitas.
- una secuencia sedimentógena integrada por micaesquistos biotíticos y muscovíticos generalmente a estaurolita y granate, neises granatíferos y cuarcitas en bajas proporciones.

III.2.9.p.– FORMACION MONTEVIDEO

Litológicamente está integrada por neises oligoclásicos, anfibolitas, micaesquistos y cuarcitas micáceas.
Neises de grano medio a grueso a oligoclasa, cuarzo, biotita, a veces con muscovita y granate. Orto-anfibolitas de grano fino. Para-anfibolitas de grano medio a grueso y textura nematoblástica. Micaesquistos muscovíticos-granatíferos.

III.2.9.q.– FORMACION PAVAS

Litológicamente está integrada por anfibolitas de grano fino a medio, neises anfibólicos y graníticos. Excepcionalmente esquistos cloritosos y calcáreos.

III.2.9.r.– FORMACION CERRO CHATO

Está integrada por neises granítico-anfibólicos a veces con biotita, a cuarzo, microclina, oligoclasa, hornblenda, (biotita), granate y esfeno.
Migmatitas oftalmíticas y cinteadas de grano variable.
Granitos porfiroblásticos a grandes fenoblastos de microclina.

III.2.9.s.– FORMACION VALENTINES

Esta formación está integrada por neises oligoclásicos, cuarcitas magnetito-anfibólicas de texturas granoblásticas, anfibolitas, piroxenitas y migmatitas. El conjunto se encuentra plegado, con la formación de granitos en el corazón de los pliegues.

III.2.9.t.– COMPLEJO BASAL INDIFERENCIADO

t_1: Neises, migmatitas y metamorfitos profundos. Neises y paraneises granítico-muscovítico a veces granatíferos. Neises hornblendíticos de grano variable, anfibolitas granonematoblásticas (hornblenda, plagioclasa - 65% An-, cuarzo y accesorios), rocas hornblendo-augíticas, migmatitas oftalmíticas y cinteadas, anatexitas y metamorfitos profundos de grano medio, granatíferos-piroxénicos de textura granonematoblástica.

MET MEDIO a MEDIO ALTO

METAMORFISMO ALTO

SECUENCIA

METAMORFICA

t_2: Asociados frecuentemente a alguna de las litologías anteriores se desarrollan diferentes tipos de granitos. Granitos calcoalcalinos de grano medio a porfiroides (microclina pertítica, cuarzo, oligoclasa, biotita, muscovita y accesorios), granitos porfiroides biotítico-anfibólicos (microclina pertítica, andesina, cuarzo, biotita, hornblenda) de colores variados, granitos leucócratas de grano fino a grueso.

GRANITOS SINOROGENICOS

III.3.– MACROFOSILES DEL URUGUAY

III.3.1.– DEVONIANO INFERIOR

Formación Cordobés:

– Austracoelia tourtelotti Boucut y Gill	(Brachiópodos)
– Derbyna whitiorum Clarke	"
– Schelwinella sulivani	"
– " inca	"
– Leptaena waltheri	"
– Notiochonetes falklandicus Morris y Sharpe	"
– Derbyna whitiorum	"
– " elta	"
– " jamesiana	"
– Orbiculoidea bodenbenderi Clarke	"
– " collis Clarke	"
– " duraznensis Mendez Alzola	"
– Lingula lamella Clarke	"
– " lepta "	"
– " scalprum "	"
– " oliverai Méndez Alzola	"
– " coheni	"
– " diminuta	"
– Australospirifer iheringi	"
– Schizobolus problematicus	"
– Tentaculites osery Clarke	(Mollusca)
– " jaculus Clarke	"
– " crotalinus	"
– " bellulus	"
– " sp	"

— Pleuroaspis multicinta Clarke	"	(Bivalvia)
— Nuculites pacatus Reed	"	"
— " keideli Méndez Alzola	"	"
— " sharpei	"	"
— " capensis	"	"
— " freitasi	"	"
— " oblongatus	"	"
— Plectonotus derby Clarke	"	Gastropoda
— Bucanella latinacarinata Clarke	"	"
— Calmonia signifer brevicaudata		Trilobites
— " terraarocenai		"
— " subscesiva		"
— Trimerus (Dipleura) magnus		"
— " " caorsii		"
— " " spatutirrostrus		"
— Burmeisteria burmeisteria Buqueti		"
— " (Digonus) noticus		"
— Acastoides cordobesa		"
— " bernuili		"
— Metacriphaeus australis		"
— Connularia africana Shalter		Cnidarios

III.3.2.— CARBONIFERO SUPERIOR
PENSILVANIANO MEDIO

Formación San Gregorio:

— Eosianites (Glaphirites) rionegrensis Closs (Cefalópodos)

— Dolorthoceras chubutense (Nautiloideos)

— Familia Palaeonicidae (Peces)

III.3.3.— PERMICO

Formación Fraile Muerto:

— Glossopteris spp.

— Gangamopteris spp.

— Dadoxilon spp.

MEDIO

Formación Mangrullo:

— Elonitchthys gondwanus (Peces)

— Pygaspis spp (Crustáceos)

— Familia Messosauridae (Reptiles Anápsidos).

SUPERIOR

Formación Yaguarí:

— Eustheria spp (Crustáceos).

— Terraia altissima Holdaus (Mollusca Bivalvia).

— Pseudocorbula falconeri " "

III.3.4.— TRIASICO

Formación Tacuarembó:

— Lepidotus spp Necomiano - Rético

III.3.5.— CRETACICO
SUPERIOR

Formación Guichón:

— Uruguaysuchus aznarensis Rusconi (Réptiles)

— " terrai "

Formación Asencio:

— Titanosaurus australis Lydekker.

— Laplatasaurus araukanicus Huene.

— Antarctosaurus wichmannianus Huene.

— Argyrosaurus superbus Lydekker.

III.3.6.— MIOCENO

Formación Camacho:

— Bouchardia transplatina (Brachiópodos)

— Ostrea patagonica D'Orbigny (Mollusca Bivalvia)

— Dinocardium robustum " "

— Chione munsteri D'Orbigny " "

— Adelomelon brasilianum Lamark " Gastrópoda

— Monophoraster darwini (Echinodermata)

III.3.7.— PLEISTOCENO

Formación Libertad:

— Géneros: Toxodon, Typotherium, Glyptodon, Macrauchenia y Fanochtus.

III.3.8.— HOLOCENO

— Erodona mactroides Daudin
— Mactra isabelliana D'Orbigny
— Amiantis purpurata Lamark
— Mytilus edulis platensis D'Orbigny
— Tegula patagonica
— Natica isabelliana D'Orbigny
— Thais haemestoma (Linneo)
— Littoridina australis D'Orbigny
— " charruana

IV.— T E C T O N I C A

IV.1.— ESCUDO CRISTALINO

En el escudo cristalino uruguayo, se reconocen dos grandes unidades tectónico - cronoestratigráficas:

a) una unidad de edad transamazónica que constituye el zócalo de la Cuenca del Río de la Plata (Cratón del Uruguay, probable extensión del Cratón Amazónico).

b) una unidad resultante de la orogénesis brasiliana y que constituye el zócalo del Area Atlántica.

IV.1.1.— Zócalo de la Cuenca del Río de la Plata

Esta unidad que representa un área aproximada al 60% del escudo cristalino uruguayo se desarrolla al este de una gran línea estructural de dirección N15E, que nace en el borde norte de la Sierra de las Animas y se extiende hasta unos kms al este de la localidad de Cerro de las Cuentas en el Departamento de Cerro Largo (figura 4 AB), donde desaparece hacia el norte por debajo de una potente cobertura sedimentaria de edad permo-carbonífera. No obstante la misma continuaría en el escudo riograndense a la altura de las nacientes del Río Negro.

Tentativamente distinguiremos dentro de este zócalo dos regiones con comportamientos tectónicos diferentes.

IV.1.1.1.— Región Sur-Centro - Occidental

Se desarrolla al oeste de una línea estructural de dirección N10W y que une groseramente la localidad de Sarandí del Yí en el departamento de Durazno con la Sierra de las Animas en los departamentos de Lavalleja y Maldonado (figura 4 CD).

Esta región se caracteriza por grandes áreas granito-migmatíticas, en las que se intercalan tres bandas de metamorfitos (figura 4-I al III).

El grado de metamorfismo en estas bandas es: Formación Arroyo Grande (metamorfismo bajo a bajo-medio); Formación Paso Severino-Cerros de San Juan (metamorfismo bajo); Formación San José (metamorfismo medio a medio alto); Formación Montevideo (metamorfismo medio a medio-alto).

En estas bandas de metamorfitos han hecho intrusión numerosos cuerpos graníticos y granodioríticos tardi y postectónicos.

Las direcciones estructurales de estas bandas se representan en la figura 4 en los diagramas de frecuencias. Las direcciones N70E a EW que predominan en estas bandas se reconocen además en la foliación y orientación de los ejes mayores de los granitos sintectónicos asociados (granitos de Feliciano, Yí, Durazno, Pueblo González). Así mismo los ejes mayores de las intrusiones tarditectónicas asociadas son concordantes con la estructura geológica general.

Estas direcciones estructurales se verifican además en las áreas granito-migmatíticas como por ejemplo en el plano axial del anticlinal de Soca en el departamento de Canelones y en los planos axiales de los pliegues de Ismael Cortinas (departamento de Flores-metamorfitos profundos) y en el del Arroyo Tornero en el departamento de Florida.

Esta región del zócalo de la Cuenca del Río de la Plata se caracteriza además por la presencia casi constante de zonas de fracturación y milonitización de direcciones N70W a N70E, siendo esta la dirección de las fallas de Paso de Lugo, Pueblo González, etc. (figura 4). Muchas de estas direcciones fueron reactivadas en el extremo sur del Uruguay por la tectónica del cretácico inferior la que dió lugar a la fosa tectónica del Santa Lucía.

IV.1.1.2.— Región Nor-oriental

Se desarrolla entre la falla de Sarandí del Yí (figura 4 CD) de dirección N10W y el borde de la orogénesis brasiliana de dirección N15E (figura 4 AB). Esta región se subdivide en:

a) **Subregión Valentines**

En esta área comienza a manifestarse una clara incidencia de las direcciones estructurales, impuestas durante la orogénesis brasiliana, la que actuó deformando estructuras primarias existentes. Esto se manifiesta claramente en la Formación Valentines, donde los planos axiales de los pliegues se deforman, adquiriendo direcciones que oscilan entre N45W a N30W. Algo similar sucede con el contrafuerte granítico (granito de Cuchilla del Pescado) el cual fue intensamente deformado, adoptando direcciones entre N30 - 45W y N45E.

b) **Subregión Pablo Paéz - Cerro de las Cuentas**

Esta subregión mantiene en términos generales direcciones estructurales originales N70E a N70W, predominando un conjunto migmatítico-granítico, en el que han hecho intrusión numerosos leucogranitos postorogénicos. Esta subregión desarrolla una estructura plegada, cuyo plano axial es concordante con las direcciones estructurales generales.

c) **Subregión Pavas**

Esta se desarrolla al este y sur de la subregión Valentines, separada de la misma por una gran falla de dirección N10E (falla de Cueva del Tigre - figura 4 EF), e inmediatamente al sur de la subregión Pablo Paez - Cerro de las Cuentas. Las direcciones estructurales se hacen aquí concordantes con las direcciones predominantes en la orogénesis brasiliana N15 - 20E. Estas direcciones estructurales se verifican en la foliación de neises y en lineaciones mineralógicas en neises anfibólicos y anfibolitas.

d) **Subregión Cuñapirú - Vichadero**

Esta subregión está separada de las anteriores por espesas cubiertas sedimentarias. Está representada esencialmente por un complejo granítico-migmatitico con intercalaciones de metamorfitos de diferente grado de metamorfismo. Presenta en términos generales direcciones estructurales N70W, que concuerdan con las direcciones de la región sur-centro-occidental. Estas direcciones se verifican en la orientación de las fallas más importantes, en la esquistosidad de los metamorfitos, en lineaciones mineralógicas de migmatitas y en la foliación de algunos granitos.

IV.1.2.— Zócalo del Area Atlántica

Esta unidad que representa el 40% restante del escudo cristalino uruguayo, se desarrolla en una faja de aproximadamente 150-200 kms contigua al litoral atlántico.

Grandes áreas se encuentran cubiertas por lavas cretácicas y sedimentos cenozoicos.

Esta unidad está constituída por potentes bandas de metamorfitos los que se desarrollan en dos regiones:

a) una región contigua al ciclo antiguo, teniendo su máxima expresión en los departamentos de Lavalleja, Treinta y Tres y Cerro Largo.

b) una región contigua al litoral atlántico en el departamento de Rocha (figura 4 IV y V).

Estos metamorfitos han sido agrupados bajo la denominación de Grupo Lavalleja - Rocha y está integrada por:

A) Rocas de bajo metamorfismo: filitas, calizas, cuarcitas, prasinitas, etc.

B) Rocas de metamorfismo medio: esquistos cuarzo-feldespáticos, micaesquistos, esquistos anfibólicos y mármoles.

Estructuralmente las direcciones preferenciales varían entre N10-20E, con buzamientos de 65-75º W, existiendo localmente variaciones importantes asociadas a estructuras plegadas y fenómenos tectónicos.

Asociadas a estas bandas de metamorfitos existen numerosas intrusiones graníticas postorogénicas.

Entre estas bandas de metamorfitos se desarrollan extensas áreas de rocas neísicas y granítico-migmatíticas. En su desarrollo NS estas áreas se encuentran separadas, por una región en la cual la tectónica del cretácico

inferior dio lugar a la formación de fosas tectónicas con derrames de basaltos e intrusiones a tendencia alcalina. Por ello distinguiremos dos regiones:

IV.1.2.1.— **Región del Arroyo Alférez**

Esta región se encuentra constituída por granitoides sinórogenicos de grano grueso, generalmente hornblendo-biotíticos los que evolucionan generalmente a migmatitas homogéneas, más raramente migmatitas heterogéneas y anatexitas. En esta región han hecho intrusión granitos tardi-postorogénicos como los de Aiguá y Garzón. Las direcciones estructurales son concordantes con la estructura geológica regional, encontrándose no obstante áreas con intenso plegamiento (Arroyo Maldonado) y planos axiales de dirección N25E.

Esta región se encuentra bisectada en la mitad oriental por la falla del Arroyo Alférez (figura 4 GH), la que determina el borde oriental del granito de Garzón y el de la fosa tectónica de Aiguá.

IV.1.2.2.— **Región Cuchilla Dionisio - Sierra de los Ríos**

Está caracterizada por extensas áreas graníticas, con migmatitas subordinadas, dentro de la cual se localiza la Formación Paso del Dragón constituída por esquistos, neises y anfibolitas de metamorfismo medio y con direcciones estructurales que varían de N30E en el sur a EW en el norte (figura 4, VI).

En esta región no se han observado granitos postorogénicos que hayan hecho intrusión en el complejo granítico-migmático.

Estructuralmente esta secuencia granítica-migmatítica presenta direcciones que varían de N30E a EW, estando estas últimas asociadas a fenómenos tectónicos. Las direcciones estructurales se verifican en la foliación de algunos granitos así como en lineaciones mineralógicas.

Desde el punto de vista estructural, el fenómeno más importante que caracteriza al zócalo del Area Atlántica, lo constituye una importante faja de cataclasitas y millonitas que se desarrolla desde la Punta Ballena sobre el Río de la Plata hasta el Cerro Largo inclusive en el departamento del mismo nombre (figura 4 IJ). La dirección general es concordante y/o subconcordante con las direcciones de los metamorfitos, siendo únicamente disturbada en la zona de fosas tectónicas. Esta dirección estructural continúa en el escudo riograndense a la altura de Paso Centurión. Este evento tectónico reactivado sucesivamente del precambriano hasta el cretático inferior, determinó el borde oriental de la cuenca gondwánica del noreste y el borde occidental de la fosa tectónica de Aiguá.

Así mismo otras fajas de cataclasitas y milonitas se desarrollan en los departamentos de Treinta y Tres y Cerro Largo con direcciones estructurales N30E a N60E teniendo sus equivalentes correspondientes en el escudo riograndense.

IV.2.– VULCANISMO CAMBRICO

Se distinguen dos unidades a nivel formacional: Formación Sierra de Animas y Formación Sierra de los Ríos. La primera de ellas configura un importante filón de dirección NS, constituído por rocas volcánicas e hipabisales. La misma se desarrolla en el contacto entre los dos ciclos orogénicos. La dirección de este filón continuaría hacia el norte en la falla de Sarandí del Yí y sería contemporánea a las intrusiones graníticas y riolíticas de Rossell y Rius.

La segunda formación está integrada por derrames y filones de microsienitas cuarzosas y traquitas porfíricas, con direcciones predominantes N30E.

IV.3.– FORMACION PIEDRAS DE AFILAR

Esta formación integrada por pizarras, areniscas silicificadas, calizas, lutitas, cuarcitas y conglomerados constituyen depósitos molásicos postorogénesis brasiliana.

Estructuralmente determinan zonas intensamente fracturadas y bloques basculados, con buzamientos de bajo ángulo.

IV.4.– CUENCA GONDWANICA

Luego de distintas fases erosivas, los esfuerzos tectónicos se renovaron y comenzaron a producirse fracturas que culminaron con el establecimiento de la cuenca gondwánica. La acumulación de sedimentos (600 mts) provoca una subsidencia continuada, equilibrada con la velocidad de sedimentación, permitiendo una evolución gradual de la naturaleza de los sedimentos.

El conjunto sedimentario no fue sometido a ningún evento tectónico importante, no obstante, se observan suaves estructuras de tipo anticlinal-sinclinal y fracturaciones locales que provocan el desplazamiento de bloques.

Al final del pérmico los sedimentos gondwánicos sufrirán disturbios y dislocamientos provocados por movimientos epiorogénicos.

Asociado a sedimentos gondwánicos se encuentran intrusiones básicas, las que ocurrieron probablemente durante el movimiento tectónico pre-Tacuarembó (Formación Cuaró - Triásico).

IV.5.– MESOZOICO

Al comienzo del mesozoico se producen grandes volúmenes de lavas basálticas en la cuenca intracratónica del noroeste (Bacia do Paraná) y una fuerte tectónica en bloques en el litoral atlántico y Río de la Plata.

Esta fracturación permitirá en una primera fase la intrusión de rocas gabroides y textura ofítica (Formación Cuaró) y en una segunda fase la formación de fosas tectónicas en las que se derramaron lavas basálticas espilíticas y cuya edad es aproximadamente 140 m.a.

Una tercera fase lo configuraría la efusión de derrames de andesitas, riolitas y dacitas (asociados generalmente al magmatismo en fosa tectónica) y un magmatismo hipabisal generalmente a tendencia alcalina.

Los basaltos toleíticos derramados en la cuenca intracratónica (cuarta fase) se encuentran en parte superpuestos a la fase anterior.

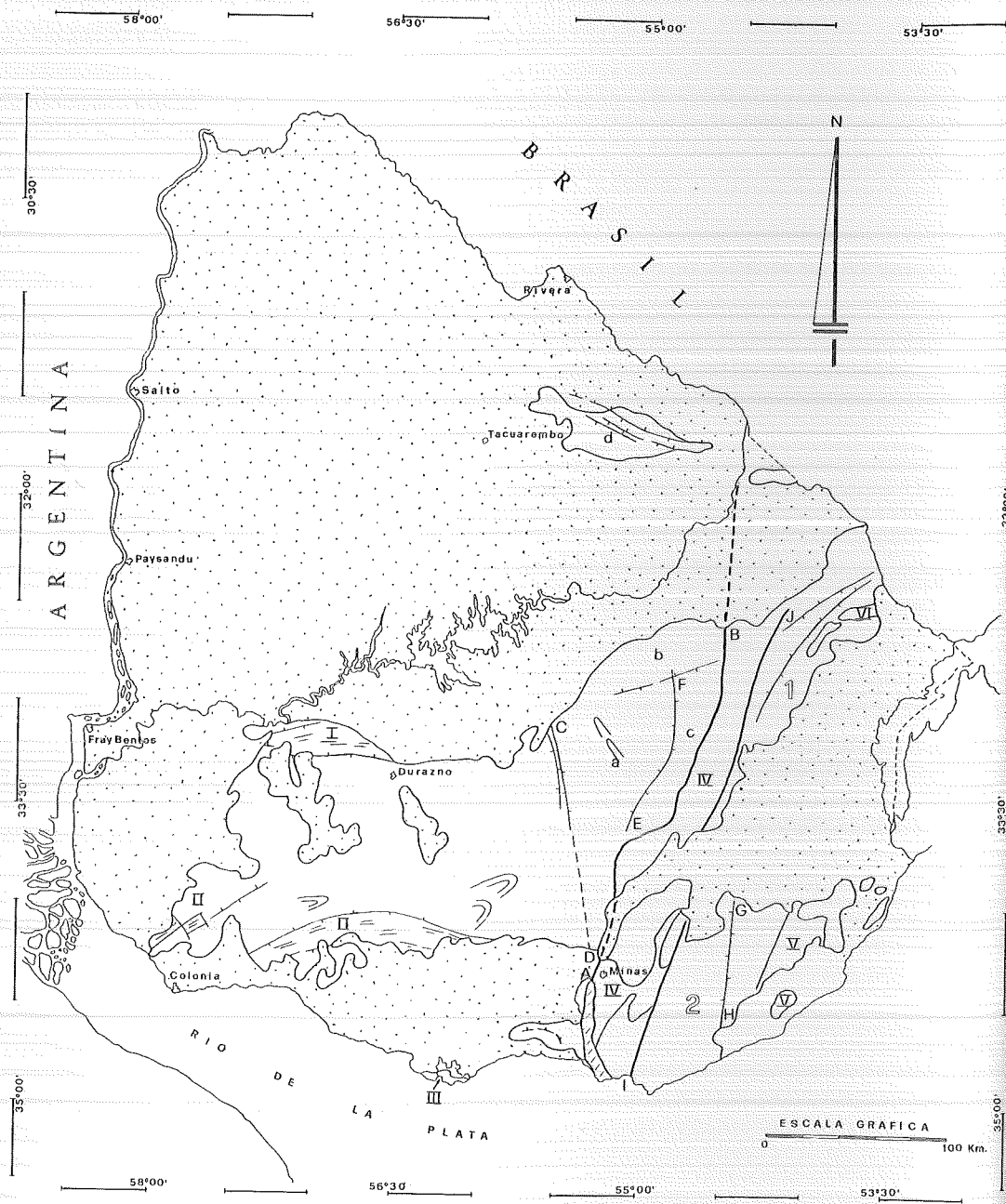
La Teoría de Placas que explica la separación de América de Africa sería la responsable de la brusca reactivación del sistema tensional de fracturamiento que permitió la efusión de derrames basálticos.

A partir de las efusiones basálticas toda la región permanece prácticamente estable.

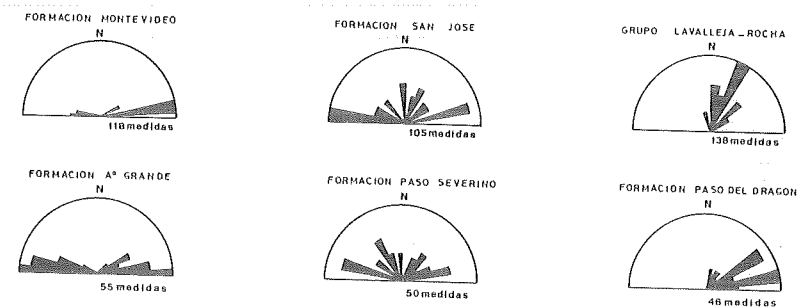
Finalmente se adjuntan las figuras 4, 5 y 6.

Figura 4: Mapa de las principales características tectónico-estructurales.

Figura 5: Mapa de las Cuencas Sedimentarias y Perforaciones tipo.

Figura 6: Datos Geocronológicos del Cambro-Proterozoico Uruguayo.

MAPA DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS TECTONICO-ESTRUCTURALES.

FERNANDO PRECIOZZI
WALTER HEINZEN

DIAGRAMAS DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES ESTRUCTURALES DEL CICLO TRANSAMAZONICO Y BRASILIANO

REFERENCIAS FIGURA "4"

Cubierta postcambriana.

Formación Sierra de Animas.

Zócalo del área Atlántica

A B	Límite de la orogénesis brasiliana
I J	Cataclasitas de la Formación Sierra Ballena.
G H	Falla del Arroyo Alférez
IV y V	Grupo Lavalleja - Rocha
VI	Formación Paso del Dragón
1	Región Cuchilla Dionisio-Sierra de los Rios.
2	Región del Arroyo Alférez

Zócalo de la Cuenca del Rio de la Plata

I	Formación Arroyo Grande
II	Formación San José-Formación Paso Severino, Cerros de San Juan.
III	Formación Montevideo
C D	Falla del Sarandí del Yí
E F	Falla de Cueva del Tigre
	Subregiones:
a	Valentines
b	Pablo Páez
c	Pavas
d	Cuñapirú - Vichadero

Pliegues mayores

Fracturas mayores

58°00' 56°30' 55°00' 53°30'

30°30' 32°00' 33°30' 35°00'

BRASIL

ARGENTINA

N

Rivera

Dayman

Salto

Tacuarembo

El Aguila

Paysandu

Paso Ulleste

Fray Bentos

Puerto Gomez

Durazno

Castellanos

Minas

Colonia

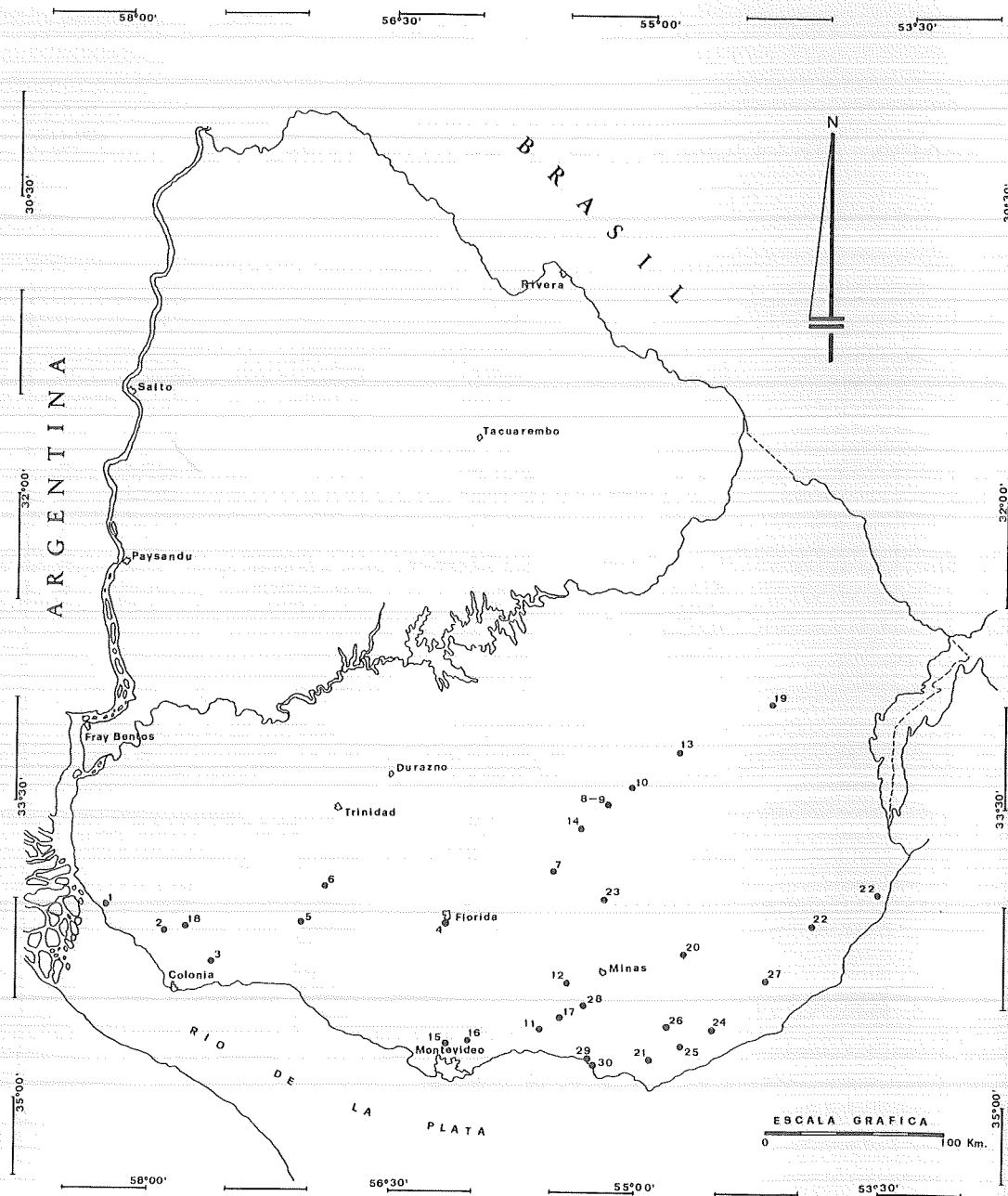
Montevideo

RIO DE LA PLATA

ESCALA GRAFICA

0 100 Km.

MAPA DE CUENCAS SEDIMENTARIAS Y PERFORACIONES TIPOS.

JORGE SPOTURNO

DATOS GEOCRONOLOGICOS DEL CAMBRO-PROTEROZOICO URUGUAYO.

Muestra	Localidad	Medida	Resultado	Metodo	Autor	Referencia
Ca. 1 y 2	CARMELO	R.T.	2015 ± 40	Rb/Sr.	U y H	1
Con. 1 a 6	CONCHILLAS	"	1970 ± 55	"	"	2
M. 2 a 4	MINUANO	"	2000	"	"	3
Fl. 3 a 7	FLORIDA	"	2030 ± 75	"	"	4
69-1	MAHOMA	"	1930 ± 35	"	"	5
69-3	PINTOS	"	1845 ± 300	"	"	6
69-6	Cº COLORADO	"	1950 ± 60	"	"	7
69-8	NICO PEREZ	"	1970 ± 200	"	"	8
69-9	NICO PEREZ	"	1785 ± 115	"	"	9
69-10	Sa. DE SOSA	"	1800 ± 200	"	"	10
69-25	SOCA	"	1800 ± 150	"	"	11
69-25	SOCA	F.K.	1550 ± 540	"	"	12
M. 1 y 3	Km. 106 R. 8	R.T.	560 ± 15	"	"	12
69-11	Cº. LA PALMA	"	510 ± 35	"	"	13
69-7	ILLESCAS	"	515 ± 10	"	"	14
LP. 1 y 69-4	LA PAZ	R.T. y ANF.	547 ± 15	"	"	15
	Aº. PANDO y R. 101	MUSC.	2160*	K/A	HART	16
	Aº. PANDO y R. 101	"	1880*	Rb/Sr.	"	16
	Aº. PANDO y R 101	"	2170*	"	"	16
	Km. 78 R. 8	"	2110*	"	"	17
	Cº. SAN JUAN	"	1930*	K/A	"	18
	Cº. SAN JUAN	"	2110*	Rb/Sr.	"	18
69-13 a 15	CLLA. DIONISIO	R.T.	535 ± 15	"	U y H	19
69-18	AIGUA	"	497 ± 21	"	"	20
DC 1 y 61	SAN CARLOS	"	575 ± 20	"	"	21
St 1 y 2	SANTA TERESA	R.T. y F.K.	537 ± 7	"	"	22
U-7	SANTA TERESA	MUSC.	490* C.	K/A	HART	22
U-7	SANTA TERESA	"	550* C.	Rb/Sr.	"	22
Po 1 a 4	POLANCO	R.T., FK y BIOT.	530 ± 15	"	U y H	23
DC 33 y 173	GARZON	R.T.	590 ± 25 PC	"	"	24
DC-16	SAN CARLOS	MUSC.	670 ± 13	"	"	25
DC-23	Km. 190 R. 9	"	625 ± 12	"	"	26
DC-46	ROCHA	"	600 ± 12	"	"	27
MU-3	AGUAS BLANCAS	R.T.	508,4	K/A	U	28
MU-4	CºSAN ANTONIO	"	519,3	"	"	29
MU-5	PIRIAPOLIS	F.K.	487,4	"	"	30
MU-5	PIRIAPOLIS	ANF.	552,4	"	"	30

U = UMPIERRE H = HALPERN

* $\lambda_\beta = 1,39 \times 10^{11}$ a^{-1}

V.– MARGEN CONTINENTAL

V.1.– GENERALIDADES Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA PLATAFORMA URUGUAYA

La pendiente de la plataforma uruguaya se caracteriza por un suave declive que se prolonga aproximadamente 160 kms hasta la isobata de 100 mts, a partir de la cual se hace más pronunciada, alcanzando la isobata de 200 mts en términos medios a 180 kms de la costa.

Las pendientes de las zonas de ruptura son menos pronunciadas hacia el límite con las aguas territoriales argentinas.

La topografía de la plataforma está controlada por las unidades morfoestructurales de terrenos precambrianos y cuencas cretácico-terciarias.

La sedimentación de fondo está constituída básicamente por: depósitos arenosos, limosos y limo-arcillosos, estando estos últimos restringidos a áreas relativamente cerradas. Excepcionalmente se desarrollan bancos de conglomerados y conchillas. Hacia las zonas de ruptura se verifica una sedimentación esencialmente fina (limos y arcillas). La sedimentación de fondo se esquematiza en la figura 7.

Como ya se mencionó, luego de la estabilidad alcanzada al final de la orogénesis brasiliana, la configuración tectónica regional se establece en el jurásico superior-cretácico inferior. La intensa fracturación provocará el establecimiento de un intenso magmatismo basáltico que se inicia en el jurásico superior y finaliza en el cretácico superior a terciario inferior.

Las lineaciones del basamento cristalino imponen un fuerte control tectónico en los diseños estructurales de la plataforma (horsts, grabens, etc.).

Esta intensa fracturación dará lugar en la plataforma uruguaya a dos fosas tectónicas en las que se producirán derrames basálticos y una sedimentación cretácica inferior esencialmente continental que evoluciona a condiciones marinas hacia el cretácico superior y terciario. Intercaladas entre sedimentos del cretácico superior a terciario inferior se constató la existencia de tobas y basaltos.

Estas dos fosas presentan diseños estructurales distintos:

a) la fosa del este se desarrolla con una dirección general NE, estando configurada por una sucesión de fallas escalonadas de dirección N40E y hundimiento progresivo en dirección SE. Esta cuenca con un ancho aproximado a los 90 kms puede alcanzar profundidades de hasta 8.000 mts.

b) La segunda fosa tectónica, que se desarrolla al sur presenta una dirección general N60W estando configurada desde el punto de vista estructural por una secuencia de grabens y horsts que alcanzan desarrollos desiguales. Los grabens intrafosa suelen alcanzar profundidades superiores a los 8.000 mts. No obstante una estimación media de la profundidad de esta fosa la situaría en el orden de los 4.500 mts. Estos horsts y grabens están delimitados por líneas estructurales de direcciones N45W y EW.

Los datos estructurales de estas cuencas son parciales ya que los estudios realizados alcanzaron en términos generales la isobata de los 1500 mts.

Entre ambas fosas o depresiones tectónicas existe un horst que se mantiene como relicto del basamento cristalino y en el que se procesa un paulatino hundimiento del mismo, para alcanzar la isobata de los 2000 mts a una profundidad de 3500 mts.

Finalmente se podría señalar que el borde norte de la fosa tectónica del sur continuaría en la falla del Río de la Plata, la que delimitaría el borde sur de la fosa tectónica del Santa Lucía.

V.2.– ESTRATIGRAFIA

Tentativamente se esquematizará la estratigrafía de la plataforma uruguaya, sobre todo la vinculada a las fosas tectónicas a partir del análisis de sismogramas y sondeos realizados por ANCAP.

Se han separado cuatro unidades las que se describirán brevemente:

a) Una unidad superior constituída litológicamente por limolitas y lutitas de colores variables, predominando los grises, verdes y pardos secundariamente rojos. La glauconita y el calcáreo están distribuidos homogeneamente en todo el perfil. Se observan intercalaciones de areniscas finas y muy finas, con esporádicos episodios groseros, de colores generalmente blancos, amarillos y pardos, a veces ferruginosas. Por encima de los 900 mts se desarrollan lentes de lumaquelas. Este conjunto litológico desarrolla potencias entre 1500 - 1700 mts. Las características observadas permite atribuírle un origen marino (Terciario).

b) Por debajo de esta unidad se desarrollan conglomerados polimícticos, polimorfos, con cantos de granitos, cuarcitas, areniscas y rocas eruptivas. Arenas y areniscas conglomerádicas, subangulosas a subredondeadas, con cementación de anhidrita, calcita y dolomita, de colores variados; blancas, rojizas y grises. Limolitas de colores rojos, grises y pardos. Esta unidad desarrolla una potencia aproximada a los 500 mts. Probable sedimentación continental.

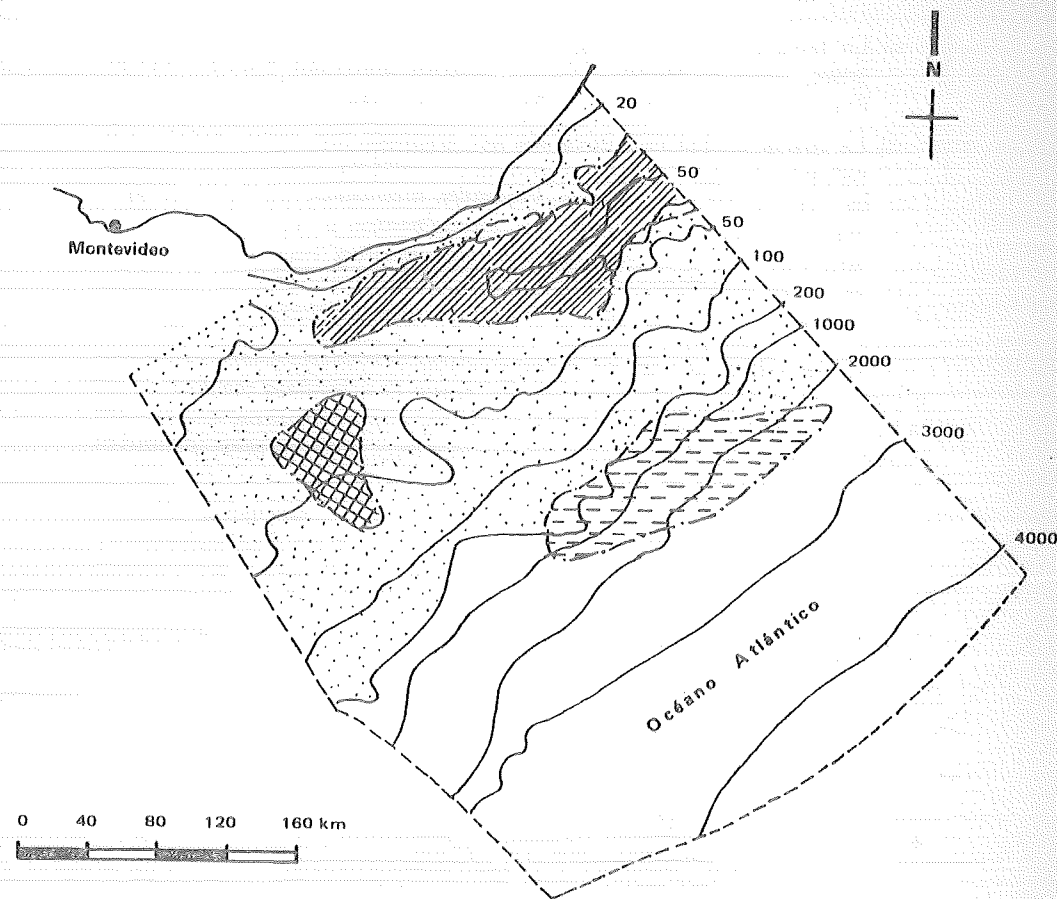



Figura 7

Esquema de la sedimentación de fondo

Referencias

Arenas finas y medias

Limos y arenas muy finas

Arenas conglomerádicas, conglomerados y conchillas

Limos y arcillas

Isobatas en mt.

Límites internacionales

c) La tercera unidad está constituída por basaltos y tobas, de colores grises, rojos y pardos. Algunos basaltos presentan ceolitas blancas. Presentan una potencia del orden de los 500 mts.

d) La cuarta unidad está integrada por areniscas mal seleccionadas, subredondeadas a subangulosas, con matriz calcárea, limolítica o tobácea, de colores pardos a rojizos. Presentan intercalaciones de limolitas y areniscas limolíticas de colores grises, pardos y rojizos. En la base aparecen intercalaciones de niveles de basaltos negros. La potencia es superior a los 1100 mts. Sedimentación continental (cretácico inferior).

En las figuras que siguen se esquematizan diferentes cortes establecidos a partir del análisis de los sismogramas (figura 8) y sondeos realizados para la búsqueda de hidrocarburos. Estos cortes permitirán visualizar los aspectos estructurales de la plataforma y de los espesores sedimentarios y efusivos asociados (figuras 9 y 10).

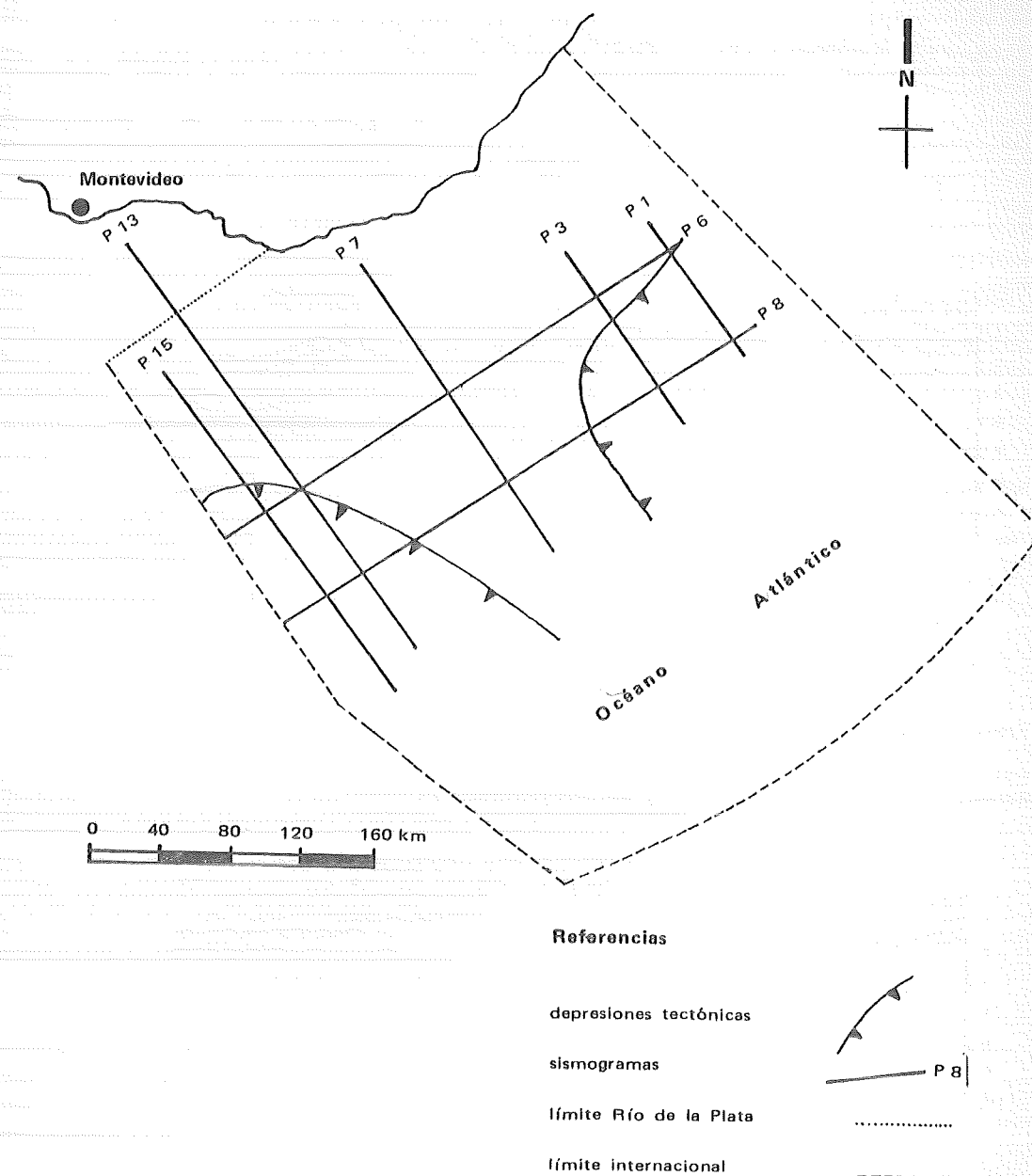
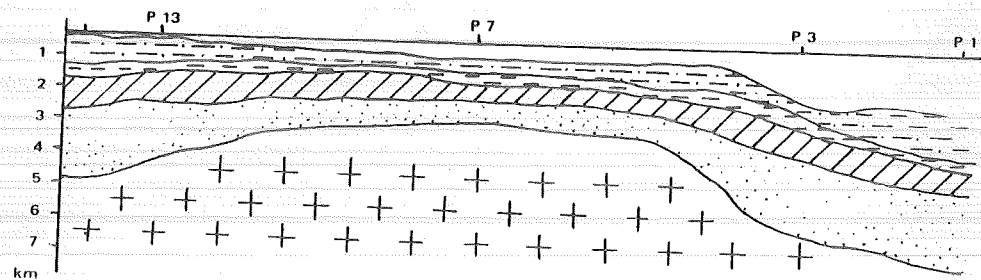
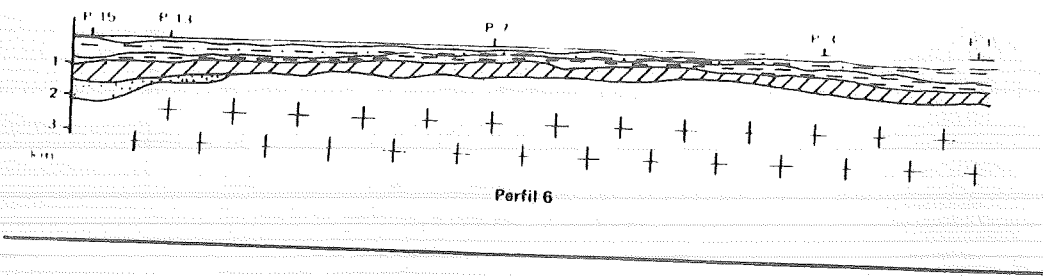



Figura 8
Ubicación de los sismogramas tipos utilizados en la interpretación estructural.

Perfil 6

Perfil 8

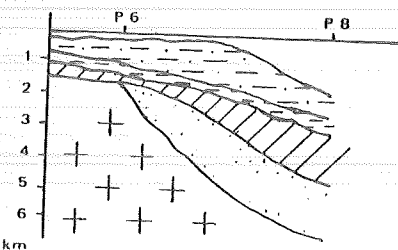
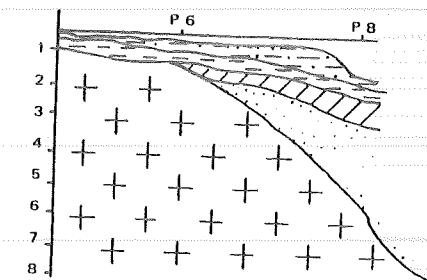
Cortes transversales N 45 E mostrando la estructura de la plataforma

Perfil 1

Perfil 3

Figura 9

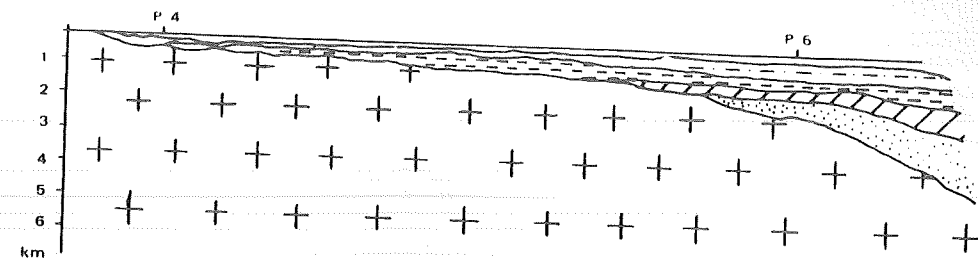
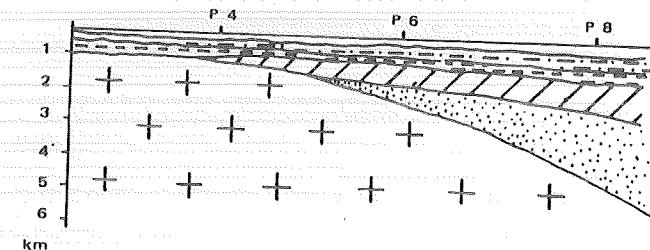
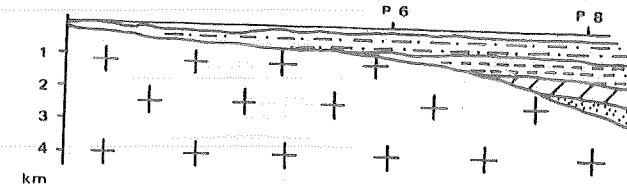
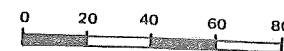
Cortes N 45 W mostrando la estructura de la fosa tectónica del este

Perfil 13

Perfil 15

Perfil 7

Figura 10

Cortes N 45 W mostrando las estructuras de la fosa tectónica del sur y la sucesión sedimentaria asociada.

Referencias

VI.— R E C U R S O S   M I N E R A L E S

En este capítulo realizaremos una breve descripción de los principales recursos minerales del Uruguay, enmarcados dentro de su contexto geológico-regional.

VI.1.— MINERALES NO METALICOS

VI.1.1.— Calizas

Constituyen la materia prima base para la fabricación de cemento portland y cal, así como accesorio en la industria azucarera, del vidrio o como fundente carbonato en la industria siderúrgica.

Distinguiremos dos tipos de calizas: las de origen sedimentario y las de origen metamórfico. Las primeras se desarrollan asociadas a formaciones del cretácico superior -Formación Mercedes y Formación Asencio-, con estructuras estratiformes y lentiformes, subconcordantes y con potencias que varían entre 2-40 mts. Estas se desarrollan fundamentalmente en los departamentos de Paysandú y Canelones.

Las calizas metamórficas se encuentran asociadas esencialmente a metamorfitos de la faja occidental del Grupo Lavalleja-Rocha (ciclo orogénico brasiliano). Se desarrollan fundamentalmente en los departamentos de Maldonado, Lavalleja, Treinta y Tres y Cerro Largo. Dentro de estas calizas se distinguen dos tipos:

a) Tipo Minas: geológicamente se presentan en bancos subverticales, cuya potencia varía entre 50-300 mts, a veces de varios kms de extensión, concordantes con la estructura regional N2OE. A veces se encuentran intensamente plegadas (Cerro de las Cuentas), pero con planos axiales concordantes con el resto de los metamorfitos.

b) Tipo Puntas del Yerbal: las calizas que se desarrollan en esta región se evidencian como discordantes con el resto de los metamorfitos.

VI.1.2.— Dolomitas

Nuestro país posee enormes depósitos de rocas dolomíticas de excepcional calidad; desarrollándose fundamentalmente en los departamentos de

Maldonado y Lavalleja. Se desarrolla en bancos de potencia variable entre 30 - 50 mts, subverticales, asociados al igual que las calizas a metamorfitos del Grupo Lavalleja - Rocha (faja occidental).

VI.1.3.– **Mármoles**

Grandes yacimientos se desarrollan en los departamentos de Maldonado, Lavalleja y Treinta y Tres, asociados a niveles de mayor metamorfismo del Grupo Lavalleja - Rocha. Se trata de rocas calcáreas más o menos dolomíticas, con diferentes impurezas, las que le proporcionan diferentes coloraciones.

VI.1.4.– **Agatas y Amatistas**

Estos minerales se desarrollan esencialmente en el departamento de Artigas, asociados a los niveles vesiculares de los basaltos de la Formación Arapey. Aunque no existen estimaciones precisas, el tenor en amatistas varía entre 2 - 5 kgs/tonelada.

VI.1.5.– **Talco**

Su destino fundamental lo configura la industria del papel y perfumería. En el Uruguay existen algunos yacimientos localizados en los departamentos de Lavalleja, San José y Colonia. Se les encuentra asociado a rocas de bajo grado de metamorfismo, tanto del ciclo transamazónico como del brasiliano. Según Bossi J. (1977) existen dos procesos esenciales formadores de este mineral:

a) alteración hidrotermal de rocas ígneas básicas, ricas en silicatos de magnesio, manteniendo en términos generales la estructura geológica de la roca madre.

b) metamorfismo de rocas calco-dolomíticas, generalmente concordantes a subconcordantes con la estructura geológica regional. Se desarrollan en lentes de forma anastomosadas. El Yacimiento de Colonia proporciona un talco de excepcional calidad.

VI.1.6.– **Arcillas**

Básicamente su explotación tiende a satisfacer las necesidades de la industria cerámica, como tierras decolorantes y bentonitas.

Caolinita
Mineral esencial en la industria de la cerámica blanca. El Uruguay posee grandes reservas en el departamento de Durazno, asociados al miembro inferior de la Formación Cerrezuelo y a la Formación Cordobés de edad devoniana. Se desarrolla en lentes a veces intercalados con areniscas y que pueden alcanzar potencias de hasta 10 mts.

Montmorillonita
En el Uruguay las áreas con arcillas montmorilloníticas y de cierto interés económico se desarrollan asociadas al miembro superior de la Formación Yaguarí (Pérmico superior). Se desarrolla en lentes subhorizontales con potencias reconocidas de hasta 3 mts.

VI.1.7.– **Limos**

Los limos existentes en el país satisfacen sin límites las necesidades de la industria de la cerámica roja. Se desarrollan en extensas áreas en el sur y este, asociadas a sedimentos de edad cenozoica.

VI.1.8.– **Berilo, Fluorita y Baritina**

Berilo
En el Uruguay se han reconocido algunos filones pegmatíticos mineralizados en este mineral, en el departamento de Colonia.

Fluorita
Este mineral usado en la industria del vidrio o como fundente ha sido reconocido en varias regiones del país. El único yacimiento en explotación está constituido por una brecha cimentada con fluorita (departamento de Maldonado). Se la ha encontrado asociada además a rocas volcánicas e hipabisales de la Formación Sierra de Animas.

Baritina
Este mineral usado como pigmento blanco, se desarrolla en depósitos filonianos con baritina masiva, cuarzo y pirita. Escasas ocurrencias de este mineral han sido señaladas en el país.

VI.1.9.– **Materiales de construcción**

Nuestro país posee dentro de este rubro, reservas de volúmenes considerables, distribuidas en distintas regiones.

VI.2.– MINERALES METALICOS

VI.2.1.– **Hierro**

Los principales yacimientos de este mineral se encuentran en los departamentos de Rivera y Florida. Así mismo otras ocurrencias han sido descriptas en otros departamentos.

El yacimiento de Valentines (departamento de Florida) se desarrolla desde el punto de vista estructural, en cerros alargados, presentando generalmente cuerpos anastomosados, en la dirección general impuesta por la geología regional. Se desarrolla en fajas de 25 a 70 mts de ancho, a veces plegadas y de longitudes variables. Presentan habitualmente un buzamiento de 60-70° W.

El tenor promedio es de 36% de Fe. La composición mineralógica es a magnetita, augita y cuarzo. Presentan texturas granoblásticas. Bossi J. (1977) define tres tipos de rocas con valor económico diferente:

a) valentinesita, constituida por óxidos de hierro y con tenores entre 33-46% de Fe.

b) valentinesita feldespatizada, que presenta tenores entre 16-33% de Fe.

c) rocas estériles (granitos pegmatoides entre 3-8% Fe, neises piroxénicos 10% Fe y piroxenitas que constituyen el pasaje entre los neises y las valentinesitas).

De los yacimientos de hierro de Rivera no existen informaciones concretas, aunque es de suponer que existen reservas de interés.

VI.2.2.– Arenas Negras

La ilmenita constituye la materia prima esencial para la elaboración de pigmento blanco. En el Uruguay existen yacimientos importantes en los departamentos de Canelones y Rocha. En Aguas Dulces (departamento de Rocha) el promedio de minerales densos es de 2,5% con una composición: ilmenita (50%), magnetita (20%), circón (5%), rutilo (1%), monacita (0,6%), epidoto (23%).

VI.2.3.– Oro

En el país fueron explotados numerosos yacimientos de oro. Un número grande de indicios fueron señalados en distintas regiones.

En la isla cristalina de Rivera, el oro se encuentra asociado a filones de cuarzo, en una caja granítica. Frecuentemente se encuentra asociado a pirita, calcopirita y galena. El espesor de los filones varía entre 0.3 - 10 mts y los tenores entre 2 - 25 grs/tonelada. Presentan generalmente un rumbo EW y un buzamiento 55 - 75º N.

En el departamento de Lavalleja se desarrolla en filones de 0.2 - 2 mts, de forma lenticular y dispersos. El oro se encuentra asociado a plata y pirita.

En el departamento de Treinta y Tres fue detectado un filón mineralizado en oro y cobre.

VI.2.4.– Cobre, Plomo, Zinc.

Numerosos indicios de estos minerales han sido reconocidos en el Uruguay en los departamentos de Treinta y Tres, Rivera, Lavalleja, Maldonado y Colonia.

Básicamente desarrolla dos tipos de mineralizaciones:

a) mineralizaciones a blenda, galena, en filones o bolsones en una roca caja calco - dolomítica.

b) mineralizaciones cupríferas, concordantes con la estructura geológica regional.

Representan mineralizaciones muy restringidas en las que se han registrado tenores medios de: Cu 1,5%, Pb 2 - 5% y Zn 4%.

VI.2.5.– Manganeso

Este mineral ha sido reconocido en los departamentos de Rivera y San José. Los minerales manganesíferos más importantes son la pirolusita y los psilomelanos. Los tenores en Guaycurú (departamento de San José) oscilan en los 16%.

En Rivera se encuentra asociado a metamorfitos de alto grado, con direcciones estructurales NW - SE y buzamientos de 70º SW. Presenta potencias variables entre 15 - 25 mts. La roca mineralizada está formada por cuarzo y magnetita. Los minerales primarios son: magnetita - jacobsita y los secundarios pirolusita y psilomelanos.

La alteración de la jacobsita y circulación de agua provocan una redeposición del Mn en grietas y fisuras. La mineralización puede ser descripta como un proceso superficial de meteorización, con tenores medios de 6,6%.

VI.3.– MINERALES ENERGOGENOS

En el Uruguay existen depósitos de turbas y esquistos bituminosos en los Departamentos de Rocha, Montevideo, Cerro Largo y Rivera.

Indicios de carbón y uranio existen en los departamentos de Cerro Largo y Durazno.

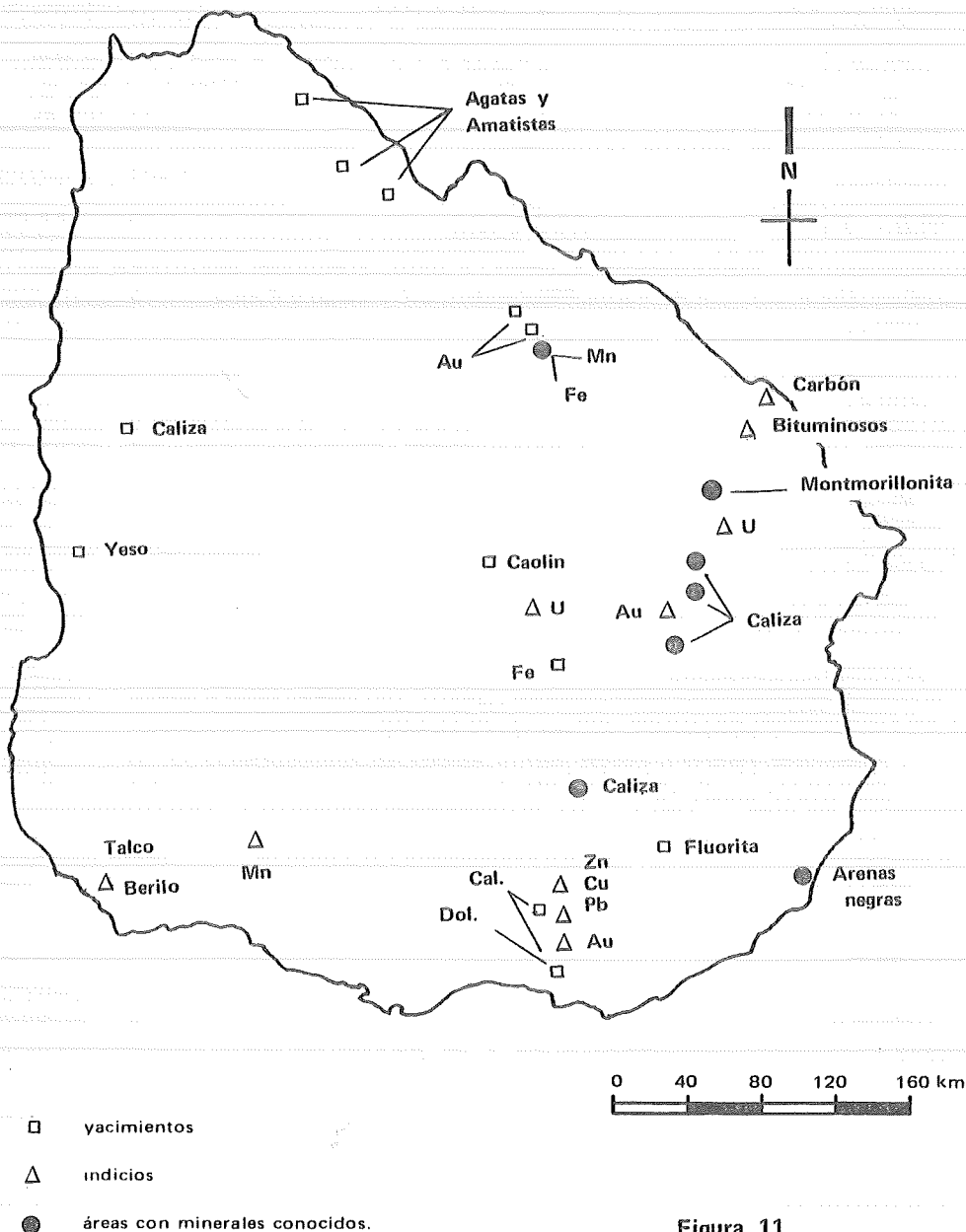



Figura 11
Principales Recursos Minerales

BIBLIOGRAFIA

ANCAP - COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE (1971) "Reconocimiento Geofísico de la Margen Continental uruguaya, "escala 1/1.000.000.

ANCAP (1973) "Carta Gravimétrica de la República Oriental del Uruguay al 1/1.000.000", publicada por el Servicio Geográfico Militar.

BOSSI J. (1966) "Geología del Uruguay", Departamento de publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo.

BOSSI J. (1978) "Recursos Minerales del Uruguay", Ediciones Daniel Aljanati, Montevideo, Uruguay.

BOSSI J. et col. (1975) "Carta Geológica del Uruguay, al 1/1.000.000", Dirección de Suelos y Fertilizantes, Montevideo, Uruguay.

BOSSI J. - FERRANDO L. (1969) "Primer Esquema Estratigráfico Geocronológico para el Predevoniano del Uruguay", Facultad de Agronomía, Montevideo, edición mimeográfica.

BOSSI J. - FERNANDEZ A. - ELIZALDE G. (1965) "Predevoniano en el Uruguay", Facultad de Agronomía Boletín N 78, Montevideo - Uruguay.

BOSSI J. - HEIDE H. (1970) "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000", Segmento Arapey, Sector XVIII, Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República.

BOSSI J. - HEIDE E. - T. de OLIVEIRA (1969) "Carta Geológica del Uruguay, escala 1/100.000, Segmento Salto, Sector XIX y XX", Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo.

BOSSI J. - UMPIERRE M. (1975) "Magmatismo Mesozoico del Uruguay y Río Grande del Sur: sus Recursos Minerales Asociados y Potenciales", II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Buenos Aires, Argentina, vol II, pp. 119 - 141.

BURK C.A. - DRAKE C.L. (1974) "The Geology of Continental Margins", Springer - Verlag, New York Heidelberg, Berlín.

CAORSI J. - GOÑI J. (1958) "Geología Uruguaya", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 37, Montevideo, Uruguay.

CARBALLO E. - MEDINA E. - PRECIOZZI F. (1972) "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000"' Segmento Tacuarembó, Sector XXV, inédito.

CARDELLINO R. FERRANDO L. (1969) "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000", Segmento Montevideo, Sector XCVII Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

CATEDRA DE GEOLOGIA (FACULTAD DE AGRONOMIA) y CATEDRA DE MINERALOGIA (FACULTAD DE QUIMICA) (1971) "Recursos Minerales del Uruguay: Situación Actual y Perspectivas", Ed. mimeográfica.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUCAO MINERAL-MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA-BRASIL (1974) "Carta Geológica Do Brasil ao milionésimo", Folhas:

Porto Alegre — SH 22
Lagoa Mirin — SI 21
Uruguaiana — SH 21
Asuncion — SG 21
Curitiba — SG 22

ELIZALDE G. (1973) "Contribution à l'étude de la mineralogie des phillites et de la sédimentologie du Gondgana uruguayen", Thése presentada a la Universidad de Paris-Sur, Centro de Orsay, Francia.

ELIZALDE G. - EUGUI W. - STAPFF, M. - VERDESIO J. - TELECHEA J. (1970) "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000",Segmento Aceguá, Sector XXX. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

ELIZALDE G. - VERDESIO J. - STAPFF M. - TELECHEA J. (1971) "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000", Segmento Aceguá, Sector XXXI, Inédito.

FALCONER J. D. (1931) "Memoria Explicativa del Mapa Geológico de la región Sedimentaria del departamento de Cerro Largo. Formación Gondwana", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 12.

FALCONER j. D. (1937) "La formación del GOndwana en el noreste del Uruguay", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 23.

FERNANDEZ A. - LEDESMA J. - SPOTURNO J. - HEIDE E. "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000", Segmento Durazno, Sector LVIII, inédito.

FERNANDEZ A. - PRECIOZZI F. (1974) "La Formación Arroyo Grande y las Intrusiones Asociadas", XXVIII Congreso Brasilero de Geología, Porto Alegre, Brasil.

FERRANDO L. et col. "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000", Segmento Carmelo, Sector LXXXIII, Segmento Colonia Sector XCI, inédito.

FERRANDO L. - FERNANDEZ A. (1971) "Esquema Tectónico - Cronoestratigráfico del Predevoniano en Uruguay", anales del XXV Congreso Brasilero de Geología, 199 - 210, San Pablo, Brasil.

FERRANDO L - SPOTURNO J. (1969) "Carta Geológica Preliminar del Uruguay a escala 1/1.000.000", segunda aproximación, Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos, Montevideo, Uruguay.

FERRANDO L. - SPOTURNO (1971) "Carta Geológica Preliminar del Uruguay a escala 1/1.000.000", tercera aproximación, Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos, Montevideo, Uruguay.

GOSO H. - BOSSI J. (1963) "Relevamiento Geológico del Departamento de San José", informe mimeográfico, Instituto Geol. del Uruguay, Montevideo.

GOSO H. et col. "Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000", Segmento Mercedes, Sector LXVIII, inédito.

FALCONER J. D. (1937) "La formación del Gondwana en el noreste del Uruguay", Castillo, Sector LXX, inédito.

HART S. (1966) "Radiometric ages in Uruguay and Argentina, and their implications concerning continental drift", presentado en Geol. Soc. Am. annual meeting, San Francisco, USA.

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (1974) "Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1/1.000.000", Porto Alegre, Brasil.

JONES G. (1956) "Memoria Explicativa y Mapa Geológico de la Región Oriental del departamento de Canelones", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 34, Montevideo.

KLAGLIEVICH L. (1928) "Apuntes para Geología y Paleontología de la República Oriental del Uruguay", Revista de la Sociedad de Amigos de la Arqueología - 11, 5 - 61, Montevideo.

KLAGLIEVICH L. (1932) "Nuevos Apuntes para Geología y Paleontología uruguaya", Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo, serie II, tomo 3, 63p.

LAMBERT R. (1939 b) "Memoria Explicativa del Mapa Geológico de los Terrenos Sedimentarios y de las Rocas Efusivas del departamento de Durazno", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 27, Montevideo.

LAMBERT R. (1939 b) "Memoria Explicativa de una Carta Geológica de Reconocimiento del departamento de Paysandú y alrededores de Salto", Instituto Geológico del Uruguay, Boletín No. 27, Montevideo.

LAMBERT R. (1940) "Memoria Explicativa de una Carta Geológica de Reconocimiento del departamento de Rio Negro", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 28, Montevideo.

MAC MILLAN J. (1933) "Terrenos Precambrianos del Uruguay", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 18, Montevideo.

PEES S. - DELANEY P. (1966) "Evaluación de la Geología del Petróleo en el Uruguay y de su Potencial", Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo.

PRECIOZZI F - SPOTURNO J. (1974) "Carta Geológica de la Región Rocha - Castillos", escala 1/50.000, inédito.

PRECIOZZI F. - SPOTURNO J. (1974) "Geología de las Hojas Arroyo Negro - San Javier", escala 1/50.000, inédito.

PRECIOZZI F. - HEINZEN W. (1978) "Carta Geológica de la Región Aiguá", escala 1/50.000, inédito.

PRECIOZZI F. - SPOTURNO J. - HEINZEN. (1979) "Carta Geo-Estructural del Uruguay al 1/1.000.000", Instituto Geológico "Ing. Eduardo Terra Arocena", a publicarse, Montevideo, Uruguay.

PRECIOZZI F. (1977) "Pétrographie et minéralogie du Complex Instrussif du Ruisseau Marincho", Laboratoire de Géologie et Mineralogie de l'Université de Clermont Ferrand II, France, inédito.

REY VERCESI D. (1933) "Terrenos Gondwanicos del departamento de Rivera", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 20, Montevideo.

SERVICIO DE OCEANOGRAFIA E HIDROGRAFIA DE LA REPUBLICA O. DEL URUGUAY E HIDROGRAFIA DE LA REPUBLICA ARGENTINA (1974) "Carta de Acceso al Rio de la Plata", escala 1/1.500.000.

SERVICIO GEOGRAFICO MILITAR (1974) "Carta Geográfica del Uruguay", escala 1/500.000.

SERRA N. (1945) "Memoria Explicativa del Mapa Geológico del departamento de Soriano", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 32, Montevideo.

SPOTURNO J. (1977) "Carta Geológica de los Distritos Cerro Largo Sur y Norte (departamento de Cerro Largo) a escala 1/10.000", Instituto Geológico "Ing. Eduardo Terra Arocena".

SPOTURNO J. - ROSSI P. (1978) "Carta Geológica del Area Las Cañas, departamento de Durazno, escala 1/20.000", Instituto Geológico "Ing. Eduardo Terra Arocena".

UMPIERRE M. - HALPERN M. (1971) "Edades Estroncio - Rubidio en rocas cristalinas del sur de la República O. del Uruguay", Rev. de la Asoc. Geol. Argentina, XXVI, No. 2, Buenos Aires, Argentina.

U N E S C O (1978) "Boletín No. 23 y Boletín No. 24", Commission for the Geological Map of the World.

WALTHER K. (1927) "Contribución al conocimiento de las Rocas Basálticas pertenecientes a la formación Gondwana en América del Sur" Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 9, Montevideo.

WALTHER K. (1930) "Sedimentos Gelíticos y Clastogelíticos del Cretáceo Superior y Terciario Uruguayos", Instituto Geológico del Uruguay, Bol. No. 13, Montevideo.

FE DE ERRATA

Página 5 (párrafo 2)

donde dice: ...Map of the Norld for...
debe decir: ...Map of the World for...

Página 22 (item III 2.7.a.)

donde dice: ..., arcillosas, masivas y/o con estratifi-...
debe decir: ..., bien seleccionadas y redondeadas, cuarzosas, arcillosas, masivas y/o con estratificación

Página 23

donde dice: PROTERZOICO
debe decir: PROTEROZOICO

Página 25

donde dice: ...de grano grueso o biotita
debe decir: ...de grano grueso a biotita

Página 29

donde dice: Adelomelon brasilianum Lamark
debe decir: Adelomelon brasiliana Lamark

Página 50

En el Perfil 6 los puntos señalados de izquierda a derecha son:
P15, P13, P7, P3 y P1

Página 59

donde dice: ANCAP (1973) "Carta Gravimétrica de la República Oriental del Uruguay al 1/1.000.000", publicada por el Servicio Geográfico Militar.
debe decir: SERVICIO GEOGRAFICO MILITAR (1973) "Carta Gravimétrica de la República Oriental del Uruguay al 1/1.000.000".

Página 61

donde dice: KLAGLIEVICH
debe decir: KRAGLIEVICH